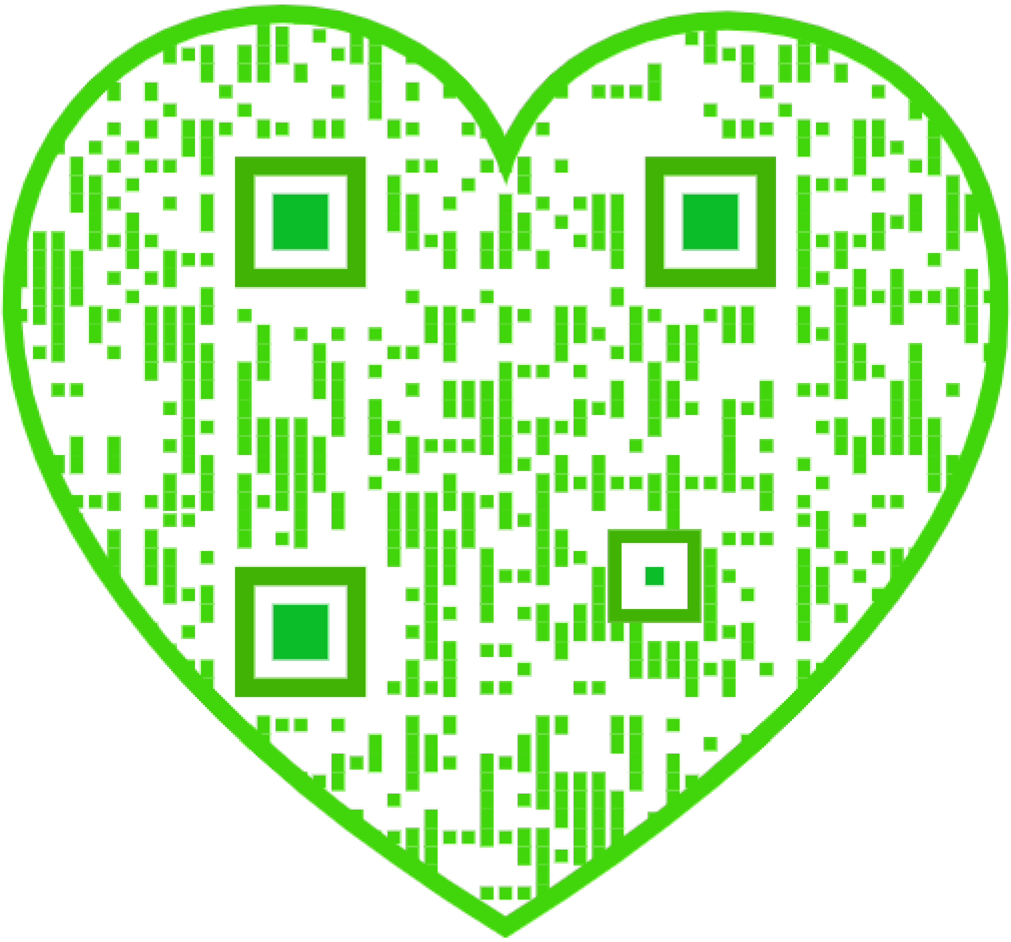
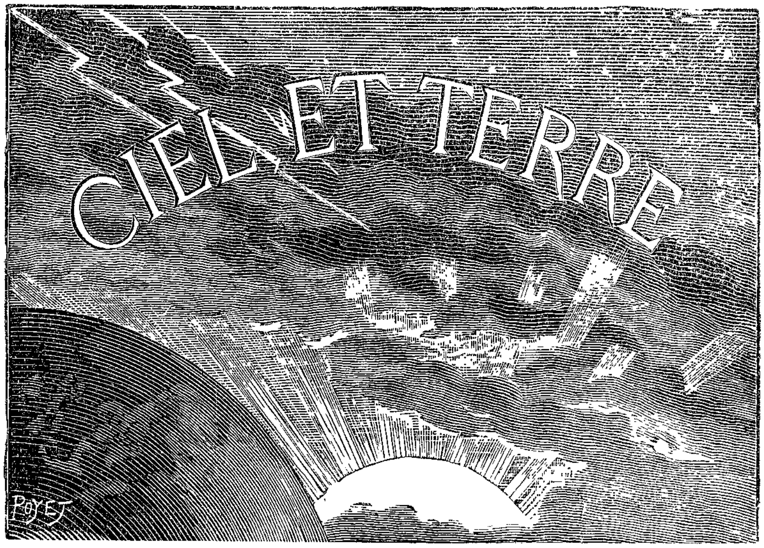
CIEL ET TERRE





REVUE POPULAIRE

D'ASTRONOMIE, DE MÉTÉOROLOGIE

ET DE PHYSIQUE DU GLOBE

COURONNÉE PAR L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE BELGIQUE

VINGT-CINQUIÈME ANNÉE

1er MARS 1904-16 FÉVRIER 1905

BRUXELLES
P. WEISSENBRUCH, IMPRIMEUR DU ROI
ÉDITEUR
49, RUE DU POINÇON, 49

TOUS DROITS RESERVÉS

CIEL ET TERRE

REVUE POPULAIRE

D'ASTRONOMIE, DE MÉTÉOROLOGIE

ET DE PHYSIQUE DU GLOBE.

Conception nouvelle du zéro absolu.

L'idée que l'on se faisait de la constitution de la matière en partant de la considération unique des phénomènes qui correspondent à la chaleur, peut se résumer en disant que la substance matérielle est formée de petits corps durs, doués d'élasticité, auxquels on avait donné le nom d'atomes ou de molécules. Ces petits corps, animés de mouvements plus ou moins rapides, produisaient par cela même la sensation de chaleur. Au zéro absolu, tout est en repos, la matière devient une espèce de matière morte.

Telle est l'idée simpliste dont nous avons dû nous contenter pendant un grand nombre d'années et qui représente le premier stade de l'évolution de la pensée vers la connaissance de la matière.

Depuis quelque temps, il est vrai, on a reconnu l'insuffisance de cette hypothèse, et l'on a mélangé aux petits corps durs d'autres petits corps auxquels on attribue une sorte d'essence mystérieuse et que l'on désigne sous le nom d'électrons.

Cette dernière tentative montre cependant qu'en tenant exclusivement compte des phénomènes calorifiques, on arrive à une conception incomplète de la matière, et il paraît évident qu'en imaginant une constitution de la matière qui pourra à la fois tenir compte des phénomènes calorifiques et électriques, on sera arrivé au deuxième stade de l'évolution vers la connaissance de la substance.

1er mars 1904.

Supposons maintenant que nous soyons arrivés au sommet de l'évolution de ce deuxième stade, qu'en un mot tous les phénomènes électriques et calorifiques soient devenus la conséquence évidente de cette théorie. Faudrait-il croire, même alors, que nous serons arrivés à la limite de nos connaissances ? (Il est assez curieux de remarquer qu'il existe des physiciens qui pensent même dès à présent que la science future sera exclusivement fondée sur les bases que nous possédons actuellement). Évidemment non. La deuxième étape accomplie, il restera à en faire une troisième, peut-être plus difficile, et l'on pourra alors encore qualifier de *simpliste* l'idée que l'on se fait de la constitution de la substance, dont les éléments sont constitués de telle manière qu'ils développent non seulement, par la nature même de leur mécanisme, les phénomènes calorifiques et électriques, mais encore les phénomènes vitaux.

La matière est-elle bien aussi *morte*, aussi dénuée de mouvement au zéro absolu que l'observation des phénomènes calorifiques semble l'indiquer ? L'étude de la radioactivité démontre qu'il n'en est rien, que même dans le voisinage du zéro absolu, cette manifestation de l'énergie conserve toute son intensité. Cette constatation est en parfait accord avec notre théorie, d'après laquelle *un seul mode de mouvement* disparait au zéro absolu, la *vibration électronique*.

D'après notre manière de voir, l'élément ultime de la matière est comparable à un système gyrostatique aspirant et foulant, l'aspiration correspondant à la manifestation électrique négative, le refoulement à la manifestation électrique positive. Ces éléments constituent des chaînes en repos ou en mouvement suivant la direction de leur axe. Lorsqu'elles sont en repos, elles donnent lieu à la manifestation électrostatique ; lorsqu'elles sont en mouvement suivant la direction de leur axe, elles donnent lieu aux phénomènes électromagnétiques.

Il résulte de cette considération que les éléments matériels peuvent posséder deux espèces de mouvements : 1° le mouvement de giration de l'ion autour de son axe; 2° le mouvement de translation de celui-ci suivant son axe, *sans qu'apparaisse le phénomène calorifique*. (Le premier mouvement correspondant à l'électricité statique, la combinaison de ces deux mouvements aux phénomènes électromagnétiques.)

Pour que le phénomène calorifique devienne sensible, *il faut que cette manifestation puisse se transmettre latéralement d'un point à un autre*, soit dans l'espace éthéré sous forme de rayonnement, soit dans un milieu matériel sous forme de conductibilité. Or, ce dernier mode de transmission s'exécute par induction électromagnétique, ce qui nécessite l'existence de variations périodiques de l'aspiration et du refoulement des systèmes gyrostatiques. Ce troisième mode de manifestation de l'énergie correspond seul au phénomène calorifique. Ces mêmes oscillations rendent les chaînes ioniques qui constituent les gaz comparables aux corps pulsants de Bjerkness, d'où les mouvements en tous sens que celles-ci éprouvent; la force expansive des gaz; la diffusion ou le déplacement des chaînes inductrices qui facilite la conduction pour la chaleur; la pression interne, c'est-à-dire l'attraction réciproque des divers éléments constitutifs; l'ionisation, c'est-à-dire la rupture des chaînes, produite soit par une raréfaction très grande, soit par d'autres causes.

On voit que le mouvement d'agitation des éléments ne constitue pas le phénomène calorifique en lui-même, mais n'en est qu'une conséquence.

Nous croyons inutile d'insister davantage sur ce que nous avons dit précédemment au sujet de la constitution des liquides et des solides; les premiers fournissent l'image d'anneaux-tourbillons fermés, les seconds de chaînes-tourbillons orientées suivant les directions exigées par la cristallisation.

En résumé, la matière peut renfermer d'*immenses* quantités d'énergie sans que le phénomène calorifique se manifeste d'une manière quelconque. (L'aimant, dont les courants conserveraient vraisemblablement la même intensité au zéro absolu, nous fournit l'exemple le plus frappant). Mais si la transformation de cette énergie en chaleur se manifeste, nous observerons les phénomènes dont l'explication échappait jusqu'à présent et qui semblaient en contradiction avec le principe de la conservation de l'énergie; tels sont les phénomènes calorifiques présentés par le radium, la transformation de la substance passant de la *forme matière* à la *forme électrique*, ainsi que cela se passe dans les étoiles nouvelles et, vraisemblablement, dans le Soleil pour l'entretien de son énergie (1).

P. DE HEEN,
membre de l'Académie,
professeur à l'Université de Liége.

Le puits des anciens astronomes.

Dans aucun des ouvrages qui, jusqu'ici, ont traité de l'histoire de l'astronomie, il n'est fait, croyons-nous, mention des premiers observatoires astronomiques. On semble avoir admis sans examen que si, primitivement, l'étude du ciel se fit la nuit et vraisemblablement dans les plaines à vaste horizon, on dut sentir de bonne heure les avantages d'une position élevée pour suivre avec facilité le cours des astres; or, d'après nos recherches, cette manière de voir est en désaccord avec les faits; les observatoires des premiers astronomes ne furent nullement établis sur des hauteurs, et ceux qui jadis étaient ainsi construits, comme la tour de Bélus à Babylone ou la tour d'Alexandrie en Égypte, ne

(1) *Bulletin* de l'Académie (Classe des sciences), 1904, n° 1.

furent que des perfectionnements, relativement modernes, d'antiques observatoires disposés tout autrement.

Buffon, dans son *Histoire naturelle de l'homme*, assure que du fond d'un puits on peut voir les étoiles en plein midi, et il ajoute que ce fait était connu des anciens : rien n'est plus vrai. Guidés par une expérience qui remontait peut-être à l'âge où l'homme habitait les cavernes, les premiers observateurs s'installèrent, pour se livrer à l'exploration du ciel, au fond d'antres naturels ou encore de souterrains creusés à cet effet dans le sol et diversement orientés, en un mot, au fond de véritables puits; combattant ainsi les effets de la lumière diffusée, ils purent, et ce fut là un progrès considérable, procéder de jour comme de nuit à l'observation des astres (1).

Sans doute, dès que l'on eut l'idée d'examiner le ciel au moyen de ces tubes sans verres, sortes de puits portatifs, que les Grecs nommaient αὐλοι, les observatoires souterrains furent peu à peu abandonnés et remplacés par d'autres que l'on construisit sur la surface du sol, et plus ou moins haut; mais un tel progrès ne se réalisa pas de suite; pendant une longue série de siècles les puits furent les seuls observatoires en usage, et ce qui montre bien en quelle vénération les anciens ont tenu ces laboratoires qui furent le berceau d'une science honorée entre toutes, c'est que le souvenir du puits des anciens astronomes, bien loin de disparaître, s'est perpétué à travers les âges et est arrivé jusqu'à nous de diverses manières, dont plusieurs fort curieuses.

Tout d'abord, disons que ces puits sont mentionnés dans un texte grec ; en effet, dans son *Traité de la génération des animaux* (V, I, 26), Aristote remarque qu'un observateur qui, abritant ses yeux avec sa main, ou qui, regardant par

---

(1) J.-C. Houzeau, dans un article intitulé : *Les étoiles en plein jour*, et publié dans la 1re année de Ciel et Terre, s'est aussi occupé du « puits des astronomes » (p. 386), mais il arrive à une conclusion négative quant à la possibilité de voir des étoiles en plein jour au fond d'un puits. Tout au moins, dit-il, on n'a jamais rien constaté d'une façon positive. (Note de la Réd.)

un tube (αὐλος), ne voit, ni mieux, ni moins bien, les nuances diverses des couleurs, voit cependant plus loin, « comme ceux qui, pour observer les astres, descendent *quelquefois* dans des souterrains (ὄρυγμα) ou dans des puits (φρέαρ) ».

Ce texte est important; il nous apprend qu'au temps d'Aristote, c'est-à-dire au IVe siècle avant Jésus-Christ, le puits astronomique était délaissé, qu'on ne s'en servait que rarement, et nous en trouvons la raison dans le texte même qui dit que, pour regarder au loin, on employait alors des tubes (αὐλοι); nous avons donc là un renseignement qui nous fixe approximativement sur l'époque où disparurent les observatoires souterrains; mais à quelle époque avaient-ils apparu? On peut répondre hardiment : à une époque extrêmement ancienne, comme, du reste, on va en juger.

On sait que l'astronomie est, à juste titre, considérée comme l'œuvre des Chaldéens, et que, de ce peuple, les Égyptiens et aussi les Perses tirèrent leurs connaissances astronomiques transmises, plus tard, aux Grecs, puis aux Romains; la haute antiquité de la science qui étudie les astres est donc certaine, et elle est encore attestée par ce fait que Callisthène, contemporain d'Aristote, connaissait des observations chaldéennes remontant à vingt siècles; or, cette antiquité même a été cause que nous ne savons à peu près rien sur les laboratoires dont on disposait alors pour examiner le ciel; mais il se trouve, heureusement, que certains renseignements tirés des Perses, disciples des Chaldéens, vont nous permettre de combler cette lacune.

Personne n'ignore que les Perses adoraient Mithra, « créateur et père de toutes choses », et que, au culte public rendu par ce dieu, se joignaient de curieux mystères; d'autre part, plusieurs auteurs anciens, parmi lesquels Origène (*Contr. Cels.* VI, 22) et le néoplatonicien Porphyre (*De antr. nymphar.* VI) ont laissé sur ces mystères, qui s'accomplissaient dans un antre ou souterrain, quelques détails d'un haut intérêt pour nous.

Tout d'abord, au témoignage d'Eubule, cité par Porphyre, c'est Zoroastre qui, le premier, aurait eu l'idée de consacrer à Mithra un de ces antres, et si l'on remarque que certains auteurs font naître Zoroastre au XIIIe siècle avant Jésus-Christ, on voit que cette consécration date de loin; mais *pour quel motif* des antres avaient-ils été consacrés au dieu? Les auteurs anciens qui nous en parlent semblent l'avoir ignoré, et rien n'est plus surprenant que la pauvreté des raisons qu'ils allèguent pour tenter de résoudre cette question, que l'oubli rendait insoluble : ainsi, pour Eubule, cela tient à ce que les anciens théologiens auraient comparé le monde à un antre, « le monde, comme l'antre, offrant à sa surface des objets agréables et variés, tandis qu'à l'intérieur il est obscur, froid et humide » (!). Mais ce qui, peut-être, est plus surprenant encore, c'est que les auteurs de nos jours et, en particulier, F. Lajard, qui s'est livré à de longues *Recherches sur le culte public et les mystères de Mithra en Orient et en Occident*, n'ont, pas plus que les anciens, soupçonné la vérité : or, pour nous, la vérité apparaît claire si l'on admet que l'antre ou souterrain dans lequel s'accomplissaient les mystères en l'honneur du créateur de l'univers n'était pas autre chose qu'un *puits astronomique*, comme nous en trouvons d'ailleurs la preuve dans les auteurs indiqués plus haut : ainsi, Origène nous dit que, pour pénétrer dans l'antre de Mithra, on descendait une échelle mystique composée de sept échelons, dont chacun était placé sous la protection d'un astre, le Soleil, la Lune, Vénus, etc.; et Porphyre, décrivant l'intérieur même de l'antre, nous le montre « disposé de manière à être l'image du monde créé par Mithra », ajoutant que, « à cet effet, on y avait placé, séparés par des intervalles symétriques, les symboles des éléments et des régions du monde ».

On le voit : sans même qu'il soit nécessaire de mentionner ici ce qui concerne les initiés, qui, dans l'antre mithriaque, imitaient les mouvements des différents astres,

on doit tenir pour certain que cet antre était bien un puits astronomique, l'image exacte d'un de ces laboratoires souterrains dont se servaient les astronomes de la Chaldée, et l'on s'explique qu'en y faisant célébrer, en l'honneur du créateur de l'univers, des mystères qui durèrent des siècles puisqu'ils persistèrent jusqu'à la chute de l'empire romain, Zoroastre voulut honorer et perpétuer le souvenir de cet humble, mais précieux instrument de travail, l'observatoire primitif, grâce auquel, dès une haute antiquité, l'astronomie put progresser et devenir une science véritable, s'inspirant à la fois de l'observation et de la vérité mathématique. C'est cette considération seule qui permet, du reste, de comprendre désormais pourquoi, depuis Zoroastre, et comme l'assure Porphyre, l'antiquité se plut à consacrer à l'univers « les grottes et les antres, soit naturels, soit creusés par la main de l'homme ».

Ainsi, grâce aux indications que nous venons de donner, on peut se faire une idée de ce qu'était le puits des anciens astronomes : souterrain naturel ou artificiel, et nommé expressément, dit Porphyre, σπήλαιον, c'est-à-dire antre (*specus*); on y descendait au moyen d'une échelle, et, sur les murs intérieurs, étaient tracées des divisions régulières; cette dernière disposition nous autorise à croire que l'ouverture tournée vers la voûte céleste était faite non seulement pour observer les astres, mais pour laisser pénétrer les rayons solaires. Le célèbre Observatoire de Meragah, construit au XIIIe siècle par l'astronome persan Nassireddin-el Thoussi, présentait une disposition intérieure rappelant, croyons-nous, celle des puits astronomiques : en effet, cet édifice était aménagé de telle sorte, que chaque matin les rayons solaires, passant par un trou pratiqué dans la coupole, se projetaient sur le mur, ce qui permettait d'y noter les degrés et les minutes du mouvement moyen du Soleil, sa hauteur dans les différentes saisons, etc.; en outre, on avait tracé, dans l'intérieur, des figures, cer-

cles, etc., destinés à représenter les mouvements des douze signes du Zodiaque; enfin, la forme de la Terre, la division en sept climats de sa partie habitée, etc., y étaient marquées distinctement.

Si l'on a suivi ce qui précède, on comprend désormais le sens de la légende qui montre Zoroastre, ayant terminé les voyages qui le mirent en relation avec nombre de sages, s'enfermant dans un antre pour y méditer et, de là, enlevé au ciel; cette légende veut dire que Zoroastre était descendu dans un puits pour s'y livrer à des études astronomiques, études qui servirent de base à ses doctrines philosophiques.

Ce n'est pas tout : le souvenir du puits astronomique nous est encore parvenu — et personne jusqu'ici ne paraît l'avoir remarqué — sous la forme allégorique de *la vérité qui habite le fond du puits;* mais que l'on y fasse bien attention : à l'origine, que signifiait cette allégorie? Sans aucun doute, elle glorifiait l'humble réduit d'où, pour la première fois, on avait réussi à observer avec méthode les astres, et cela est si vrai que, quand au Ve siècle avant Jésus-Christ, nous voyons le philosophe Démocrite, qui avait fondé la psychologie et la morale sur un système cosmologique, et qui expliquait la nature de l'homme et la fin de ses actions par une conception basée sur la formation et les phénomènes de l'univers, proclamer, non point avec tristesse, comme on le dit par une lourde erreur, mais avec enthousiasme, que « la vérité est au fond du puits »; qu'est-ce à dire, sinon que, pour Démocrite, la vérité était « dans l'observatoire de l'astronome »?

Il est donc clair qu'à ce moment le puits astronomique était considéré comme un puits de lumière et de vérité. Malheureusement, il arriva ceci : c'est que — et nous l'avons dit plus haut —, comme conséquence de l'invention du tube servant de lunette, la notion du puits de l'astronome ayant fini (et déjà du temps d'Aristote) par disparaître ou à peu près, il en résulta que l'allégorie,

devenue incomprise, perdit le sens primitif que nous venons de lui reconnaître, pour en revêtir un autre absolument contraire : de telle sorte que, par un renversement complet des choses, on en vint très vite à croire et à dire, et tout le monde aujourd'hui croit et dit que, dans l'allégorie en question, le puits dit « de la vérité » représente l'abîme d'erreurs et d'obscurité où est supposée cachée et d'où l'on doit dégager cette vérité (1)! Nous le demandons : jamais contre-sens plus flagrant a-t-il été signalé? Mais ce contre-sens, l'antiquité elle-même nous l'a légué, et quand Cicéron nous montre « la vérité noyée dans l'abîme », *veritatem in profundo demersam*, il était loin de soupçonner qu'il commettait une grave erreur; mais son excuse, hâtons-nous de le dire, est que les Romains n'ont jamais connu le puits des anciens astronomes.

Est-il besoin de faire observer que c'est seulement en acceptant notre thèse que l'on arrive enfin à comprendre pourquoi la vérité qui habite le puits tient à la main un *miroir?* Cet attribut, c'est l'instrument même dont le nom sert de titre à l'ouvrage du célèbre astronome Eudoxe de Cnide, qui naquit au Ve siècle avant Jésus-Christ, c'est l'ἔνοπτρον, le miroir astronomique, et nous en pouvons conclure que cet instrument faisait partie de ceux qui garnissaient les observatoires souterrains.

Quoi qu'il en soit, le souvenir du puits astronomique nous a encore été, et nul ne s'en était aperçu, conservé sous une autre forme, dans une fable que l'antiquité nous a transmise; cette fable, c'est celle de *l'astronome qui tombe dans le puits*, et si l'on considère qu'elle apparaît pour la première fois au nombre des apologues que l'on suppose composés ou recueillis par Esope, on voit qu'elle remonte au VIe siècle avant Jésus-Christ, tout au moins; or, nous allons montrer

---

(1) Cf. une gravure de Jost Amman, datée de 1562, représentant « le Temps retirant la Vérité de l'abîme de l'obscurité », etc.

que, là aussi, l'oubli et, par suite, l'ignorance, ont fait leur œuvre.

En effet, dans l'édition grecque d'Esope, donnée en 1810 par Coraï, nous trouvons deux versions de cette fable : dans l'une, il est dit qu'un astrologue (synonyme, chez les anciens Grecs, d'astronome), ayant non point les yeux, mais *l'esprit* tourné vers le ciel, fit une chute dans « le puits », εἰς τὸ φρέαρ, et il semble donc que, dans cette version qui doit être très ancienne, il soit bien question du puits qui servait d'observatoire; mais, dans l'autre version, que nous tenons pour plus récente, l'oubli est déjà venu, on ne connaît plus le puits astronomique, et l'astronome est représenté tombant dans un puits quelconque, εἰς φρέαρ, et cette erreur va se perpétuer dans les nombreuses « répliques » que l'on connaît de cette fable depuis l'antiquité jusqu'à nos jours; c'est ainsi que Platon (*Theætet.* XXIV) fait choir l'astronome dans un puits ordinaire, et La Fontaine dans un puits rempli d'eau.

Un seul auteur semble avoir évité l'erreur séculaire que nous signalons : c'est Diogène Laërce (I, *Thalès*, 8), qui fait tomber l'astronome dans un trou creusé en terre, εἰς βόθρον; il y a donc apparence que cet auteur, qui écrivait au IIe siècle de notre ère, eut comme une vague intuition de la vérité. Cette vérité, du reste, est facile à saisir : l'accès des puits astronomiques étant difficile puisqu'il exigeait, avons-nous dit, l'emploi d'échelles, il arriva qu'un astronome célèbre (Platon et Diogène Laërce disent que c'est Thalès, qui vivait au VIIe siècle avant Jésus-Christ), ayant l'esprit préoccupé, fit une chute en voulant descendre dans son observatoire souterrain; or, l'événement ayant fait quelque bruit, fut commenté malignement, et telle est l'origine très simple, méconnue jusqu'ici, de la fable qui nous occupe.

Le souvenir du puits astronomique nous a encore été conservé d'une autre manière. Tout à l'heure, on a vu que Démocrite considérait, et avec raison, le puits de l'astro-

nome comme un puits de vérité, autrement dit, comme un *réservoir* précieux de connaissances exactes; or, ici encore, l'oubli accomplit son œuvre : en passant des Grecs aux Romains, l'idée émise par Démocrite se modifia dans sa forme, par la raison, déjà indiquée plus haut, que les Romains ne connurent jamais le puits astronomique; ils substituèrent donc au mot *puits*, qui ne disait rien à leur esprit, le mot *fontaine* (*fons*), qui avait l'avantage de leur offrir l'image aisément compréhensible d'une source (*origo*). Mais il faut se garder de croire que l'idée primitive disparut; en dépit des siècles, le « puits » astronomique resta obstinément fixé dans la mémoire populaire, si bien qu'on le retrouve, avec le *sens* que lui attribuait Démocrite, sous la plume des écrivains du moyen âge; c'est ainsi, par exemple, qu'au XIVe siècle, Eustache Deschamps, dans son poème sur les *Beautés de Paris*, dit de cette ville :

> C'est la cité sur toutes couronnée,
> Fontaine et puis de sens et de clergie...

Manifestement, c'est là une réminiscence de l'antique « puits » de vérité, cher à Démocrite, et on peut juger de la vitalité de cette image si l'on observe que, créée à propos d'un observatoire astronomique et adaptée à l'éloge d'une ville, on la voit appliquée même à des individus : de nos jours encore, on appelle « puits » de science, un homme d'une profonde érudition.

Au surplus, nous allons montrer que le moyen âge conserva sous une autre forme, plus palpable, le souvenir du vénérable puits.

On sait qu'au moyen âge les artistes, et en particulier les statuaires et les verriers qui étaient chargés d'orner nos cathédrales et d'y représenter ce que l'on appelait les arts libéraux, ont figuré l'Astronomie sous les traits d'une femme levant les yeux au ciel et tenant un objet que l'on a considéré comme un boisseau; c'est ainsi qu'elle nous appa-

raît sur le portail vieux de Chartres (XIIe siècle) et sur un vitrail de Laon; telle aussi nous la montre le célèbre manuscrit *Hortus deliciarum;* seulement, aucun texte ne faisant mention de ce boisseau, certains auteurs, se fondant sur ce que, parfois, des étoiles sont figurées au-dessus de lui, ont pensé, avec Viollet-le-Duc *(Dict.* s. v. *arts libéraux)* que jadis on s'en servait, après l'avoir rempli d'eau, pour étudier les astres par réflexion, et d'autres ont admis, avec l'abbé Bulteau (1), qu'il était destiné à rappeler que l'astronomie préside aux travaux agricoles. Mais comme, d'une part, ni les textes, ni la tradition, pas même un vague souvenir ne nous autorisent à croire qu'un tel boisseau, disposé comme réflecteur, ait jamais figuré au nombre des instruments à l'usage des anciens astronomes (et P. Tannery, entre autres, dans ses *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, 1893, n'en fait aucune mention), et comme, d'autre part, il est sans exemple qu'on ait choisi un boisseau pour symboliser le travail des champs (2), nous avons estimé qu'il convenait de chercher une autre explication, et, après étude de la question, nous avons reconnu que l'objet en forme de cylindre creux fermé à une extrémité, qui sert d'attribut à l'Astronomie sur les monuments du moyen âge, n'est pas un boisseau, mais *l'image d'un puits*, et une telle figuration est, d'ailleurs, absolument conforme aux habitudes iconographiques de l'époque. Le seul attribut, de forme analogue, avec lequel on pourrait confondre ce « puits », c'est l'antique tube servant de lunette; or, il faut savoir que, sur ce même portail de Chartres, et précisément sous l'Astronomie, apparaît Ptolémée tenant de chaque main un de ces tubes, et il est de toute évidence que l'artiste, ayant à carac-

(1) *Monographie de la cathédrale de Chartres*. Chartres, 1887-88, t. II. p. 77-78.

(2) Ce n'est nullement, comme on sait, un boisseau (*modius*) qui, symbole de fécondité, coiffait jadis certaines divinités, Sérapis, etc., mais bien une corbeille (*cyathus*). Selon nous, celui qui le premier fit cette confusion qui s'est perpétuée jusqu'à nous, c'est Paulin de Nole (*Poem.*, XIX vers 103). Son contemporain, Macrobe, dit encore *cyathus* (*Saturn.* 1, XX, vers 410).

tériser ces deux figures, c'est-à-dire à les différencier nettement l'une de l'autre, se serait bien gardé de donner à toutes deux le même attribut.

On voit quelle place a tenu, au cours de nombreux siècles, et non point seulement dans la science, mais dans la littérature et dans les arts, l'obscur observatoire des premiers astronomes, et l'on comprend, dès lors, que, ne le trouvant mentionné nulle part, nous avons tenté de le tirer d'un oubli qui nous a paru injuste. Mais, avant de finir, qu'il nous soit permis de présenter une remarque qui, elle non plus, ne semble pas avoir été faite.

En latin, *specio* signifie voir; *spectare* veut dire observer; *speculum*, c'est le miroir; *specula*, l'observatoire; et *speculari*, c'est guetter, épier (1); de là, en vieux français, *spéculer* les astres, c'était les observer, et La Fontaine appelle l'astronome un *spéculateur*. Or, il est impossible de ne pas être frappé de ce fait que tous ces mots sont à rapprocher du latin *specus* (en grec σπέος), qui veut dire antre, souterrain. Et ainsi, dans les langues grecque et latine, les mots signifiant *voir*, *observer*, et leurs dérivés, rappelaient à l'esprit le premier *observatoire* connu, c'est-à-dire l'antre ou puits des anciens astronomes (2).

A. T. VERCOUTRE.

Mémorandum astronomique.

AVRIL 1904.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Cassiopée, la Polaire, la Queue du Dragon, la Grande Ourse, le Lion, la Vierge, la Coupe et le Corbeau.

---

(1) Les mots grecs σκέπτειν, σκοπία, etc., sont, en dépit de la métathèse, les mêmes, et ont exactement le même sens.

(2) Reproduit de la *Revue scientifique*, n° du 26 décembre.

De l'Est à l'Ouest : Ophiuchus, la Couronne, le Bouvier, les Chiens de chasse, le Petit Lion, le Cancer, le Petit Chien, les Gémeaux et Orion.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Le Cygne, l'Aigle, le Lynx, le Dragon, la Grande Ourse, le Cancer, le Lion, l'Hydre et le Navire.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : Le Centaure, le Scorpion, la Balance, le Serpent, le Bouvier, le Lynx, le Cocher, le Taureau, les Pléiades, Persée et Andromède.

OBJETS CELESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er AVRIL, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DESIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Nébuleuse de la Grande Ourse.	9h46m	2°23'	9' × 2' 1/2. Noyau d'étoiles de 3e grandeur.
Nébuleuse du Sextant.	9.59	97.19	3' × 1'. Blanc laiteux.
Nébuleuse de l'Hydre.	10.19	108. 4	Bleu pâle.
Nébuleuse du Lion . .	10.38	87.42	Diamètre : 2'.
Étoile rouge de l'Hydre.	10.46	110.39	D'un beau rouge.
Étoile rouge de la Coupe.	10.55	107 42	Variable : 8,5 à 9,5. Écarlate intense.
Nébuleuse du Lion . .	10.59	89.25	3' × 1'.
Nébuleuse de la Grande Ourse.	11. 8	34.22	Planétaire, pâle, 2' diamètre.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	4h47m	5h22m	11h46m34s6	18h14m	18h48m	43°41'
5	4.38	5.13	11.45.23,0	18.20	18.55	45.13
10	4.26	5. 2	11.43.57,9	18.28	19. 4	47. 5
15	4.13	4.51	11.42.39,9	18.36	19.13	48.55
20	4. 3	4.41	11.41.30,7	18.45	19.22	50.40
25	3.52	4.31	11.40.31,6	18.52	19.30	52.20
30	3.42	4.22	11.39.44,1	19. 0	19.39	53.55

Le *temps sidéral* à midi moyen est, le 1er, de 0h37m36s9. Son accroissement diurne est de 3m56s5.

Éphémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	−26°3	− 6°4	85°2	11	−26°3	− 5°7	313°2	21	−25°6	− 4°8	181°2
2	−26.3	− 6.3	72.0	12	−26.3	− 5.6	300.0	22	−25.5	− 4.7	167.9
3	−26.3	− 6.2	58.8	13	−26.2	− 5.5	286.8	23	−25.4	− 4.7	154.7
4	−26.4	− 6.2	45.6	14	−26.2	− 5.5	273.6	24	−25.2	− 4.6	141.5
5	−26.4	− 6.1	32.4	15	−26.1	− 5.4	260.4	25	−25.1	− 4.5	128.3
6	−26.4	− 6.0	19.2	16	−26.1	− 5.3	247.2	26	−25.0	− 4.4	115.1
7	−26.4	− 6.0	6.0	17	−26.0	− 5.2	234.0	27	−24.8	− 4.3	101.9
8	−26.4	− 5.9	352.8	18	−25.9	− 5.1	220.8	28	−24.7	− 4.2	88.6
9	−26.3	− 5.8	339.6	19	−25.8	− 5.0	207.6	29	−24.5	− 4.1	75.4
10	−26.3	− 5.8	326.4	20	−25.7	− 4.9	194.4	30	−24.3	− 4.0	62.2

La Lune.

D. Q. ☾ le 7, à 17h53m.
N. L. ● le 15, à 21h53m.

P. Q. ☽ le 23, à 4h55m.
P. L. ○ le 29, à 22h36m.

Longitude du terminateur de la Lune a minuit, pour chaque jour de mars 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	+ 75°0 *s*	11	− 47°0 *s*	21	+ 11°0 *m*
2	62.8	12	59.2	22	− 1.2
3	50.6	13	71.4	23	13.4
4	38.4	14	− 83.6 *s*	24	25.6
5	26.2	15	+ 84.2 *m*	25	37.8
6	14.0	16	72.0	26	50.0
7	+ 1.8	17	59.8	27	62.2
8	− 10.4	18	47.6	28	74.7
9	22.6	19	35.4	29	− 86.6 *m*
10	34.8	20	23.2	30	+ 81.2 *s*

Les Planètes.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	$1^h\ 4^m$	+ 6°28'	5"2	1.30	5^h34^m	18^h44^m
	11	2.16	+ 15.15	6.0	1.12	5.20	20. 4
	21	3.11	+ 20.39	7.6	0.87	5. 2	20.52
Vénus .	1	23. 9	— 6.52	11.4	1.49	4.44	15.44
	11	23.55	— 2.11	11.0	1.53	4.27	16.13
	21	0.40	+ 2.37	10.6	1.58	4.10	16.42
Mars. .	1	1.37	+ 9.51	4.0	2.39	5.49	19.35
	11	2. 5	+ 12.34	3.8	2.42	5.23	19.39
	21	2.34	+ 15. 4	3.8	2.45	4.59	19.41
Jupiter .	1	0.29	+ 2. 0	30.6	5.95	5.21	17.47
	11	0.38	+ 2.56	30.8	5.93	4.46	17.22
	21	0.47	+ 3.52	31.0	5.90	4.11	16.55
Saturne.	1	21.24	— 16.11	14.6	10.49	3.49	13. 9
	11	21.27	— 15.57	14.8	10.34	3.12	12.34
	21	21.30	— 15.45	15.0	10.19	2.34	11.58
Uranus .	1	18. 0	— 23.38	3.8	19.03	1.12	9. 0
	16	18. 0	— 23.38	3.8	18.84	0.13	8. 1
Neptune.	1	6.14	+ 22.23	»	30.05	9.12	1.28
	16	6.15	+ 22.23	»	30.24	8.14	0.30

Aspect des Planetes.

Mercure est ***étoile du soir.*** Elle atteint le 21 sa plus grande élongation orientale (20°11'). Le 2, elle sera à son nœud ascendant; le 7, à son périhélie. Le 8, elle se trouvera à 1°16' au Nord de Mars, et le 16, à 6°29' au Nord de la Lune.

Vénus est *étoile du matin.* Le 13, elle sera à 1°16' au Sud de la Lune; le 22, à 0°30' au Sud de Jupiter.

Mars se lève vers 5 h. du matin. Le 16, elle se trouvera à 3°24' au Nord de la Lune.

Jupiter est proche du Soleil. Le 14, elle se trouvera à 0°7' au Nord de la Lune.

Saturne se lève vers 3 h. du matin.

Uranus se couche vers 9 h. du soir.

Neptune se couche vers minuit.

Les Étoiles filantes.

Plusieurs averses remarquables peuvent être observées en avril, et entre autres les Lyrides, qui forment l'un des essaims les plus intéressants. On cherchera des bolides les 2, 6, 10, 20 et du 25 au 30; à la dernière date correspond le radiant AR $= 18^h$, $\delta = 33°$.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Avril 9-12.	Près β Grande Ourse.	—	Avril 2-12.	Près δ Vierge.	—
Avril.	AR = 11^h36^m, δ = 7°.	Lents, brillants.	Avril 9-26.	AR = 17^h, δ = 17°.	Très rapides.
Avril-mai.	AR = 14^h, δ = 58°.	Id.	Avril 19-20.	AR = 18^h, δ = 33°.	Id.
Avril-mai.	AR = 15^h10^m, δ = — 44°.	Lents.	Avril 13-20.	Près β Dragon.	—
Avril 19-20.	AR = 14^h12^m, δ = 9°.	Très lents.	Avril 19-20.	AR = 20^h, δ = 24°.	Très rapides.
Avril 27-mai 15.	AR = 1^h36^m, δ = 10°.	—	Avril 1-12.	AR = 20^h16^m, δ = 12°.	Lents, brillants.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

Nº 10 : Septembre 1903.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
2	Éruption du Colima : 14·50, avec bruit et petite coulée; 16·14, grande; 18·, plus faible.
3	A l'aube. Grande éruption du Colima. Dure jusqu'au 5, avec flammes le 4.
	7·25. Barcelonnette. Secousse verticale, 2-3^s. (IV-V)
	17·. Bagno di Vinadio. Fort choc.
	22·. État de Guerrero. Ayutla (oscillatoire, E-W.); San-Luis Allende (trépidatoire).
5	10·. Rochefort (Gard). Objets déplacés de l'est à l'ouest.
7	Augmentation des coulées du Colima.
	3·25. La Serena (Chili). Crevasses à l'église San Agustin. Chute de murailles. Panique. (VIII-IX.)
8	1·48. Tremblement et augmentation de l'éruption du Colima.
	6·50. San-Gerónimo (Guerrero). Oscillatoire avec bruit. 6^s.
	Nuit. La Concepción (Chili). Tremblement fort et long. Alarme.
9	De bonne heure. A l'Ortler et la Bernina. Maximum à Pontresina.
	8·20. Pluie de cendres du Colima.
10	4·50 à 5·. Waldmünchen. Plusieurs secousses de 1^s.
	7·40 et 7·56. Éruptions du Colima.
	12·24 à 30·. Mexcala, violent et court; Chilpancingo, fort, oscillatoire, 20^s.

Dates.	Heures.
11	21·42. Forte éruption du Colima.
12	On signale des secousses à Andidjan.
13	Six éruptions du Colima.
	Vers 10·. Grand tremblement en Roumanie et en Bulgarie (V-VI), dans les districts de Valcea et de Romanatsi, jusqu'à Jassy.
14 15	Le Colima donne un peu de cendres.
14	5·30 Syracuse. Fort tremblement.
	17·30. Portugal. (VII-VIII.) Centre sous-marin sur le parallèle de Lisbonne. L'isoséiste-limite passe par Evora et Caldas-da-Rainha, avec une flèche de 100 kilomètres.
	Voûtes fendues et murs lézardés au palais des Maures de Cintra. Vagues sismiques à Praia das Maças, moindres dans le Tage.
15	Plusieurs chocs dans le Vogtland.
	Matin. Engadine et Righi. Fort tremblement avec bruit.
	11·15 et 11·30. Albrechtsberg. Le premier fort.
	19·3. Modène. Léger choc.
16	Le Colima lance 18 grammes de cendres par mètre carré dans toute la vallée.
	16·15. Adorf, Asch, Brambach, Elsterberg, Gürth. Léger choc.
17	5·40, 10·, 10·16, 14·25. Grandes éruptions du Colima, surtout la dernière.
	11·16 à 20·. État d'Oaxaca. Fort et trépidatoire à Juquila, 40^s; oscillatoire de 2^s à Tlaxiaco et Juxtlahuaca.
18	Exacerbation du mont Pelé.
	17·36. Bruits sismiques prolongés à Teposcolula (Oaxaca).
20	Matin. Santiago de Cuba. Ondulatoire, 15^s (VII). Le plus fort depuis 1885.
	18·. Deux fortes secousses à Skeninge, Motala et Wadotena (Ostergötland).
23	?) Canaries. Deux tremblements. Maisons lézardées. Éboulements de rochers sur la côte de Tirajafe.
	1·55. Alger. Maisons lézardées à Boghari, effondrées à Mondjebeur. Victimes
26	Vagues sismiques (?) à Iquique.
	23·20. Deux secousses oscillatoires à Salézieux (Genève).
28	8 . Huelva. Léger choc.
	Soir. Cintra et Cascaes. Légère secousse.
29	14·10. Petrohan (Vratsa, Bulgarie) (II).

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

BOLIDE. — Le 13 février, vers 17 $^1/_2$ h. ou 17 $^3/_4$ h., un beau bolide a été observé à l'extrême sud-est du pays. On l'a aperçu notamment à Bastogne et à Arlon.

Dans la première de ces villes, il est apparu (on indique comme heure 17 $^3/_4$ h.) dans le SSW. et il s'est dirigé vers le NNE. Son mouvement était relativement lent. Diamètre apparent : 20 centimètres.

A Arlon (17 $^1/_2$ h. d'après l'observateur), le météore avait les dimensions d'un « gros poing » et, parti du zénith, il a traversé l'espace dans la direction du Nord, en faisant explosion et en produisant un jet d'étincelles lumineuses.

Ce bolide a été la cause indirecte de la mort de deux personnes : la vive lueur projetée par le phénomène effraya un cheval attelé, près d'Attert; l'animal s'étant emballé, le conducteur et une personne qui l'accompagnait furent précipités sous les roues du véhicule et écrasés.

— LA PLANÈTE NEPTUNE. — L'astronome C.-W. Wirtz, de Strasbourg, publie dans les *Astronomische Nachrichten* les résultats des recherches qu'il a consacrées au globe neptunien de décembre 1902 à mars 1903.

Vingt-six nuits lui ont fourni 49 bonnes mesures du diamètre de Neptune : leur moyenne est 2"303, avec une erreur probable de $\mp$ 0",044.

Si l'on adopte 8",80 pour valeur de la parallaxe solaire et les chiffres de Bessel pour les dimensions de la Terre (l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* donne 6 366 kilomètres pour la valeur du rayon moyen), on trouve que le rayon de Neptune, à peu près quatre fois plus considérable que celui de notre globe, est de 25 126 kilomètres.

Sa densité moyenne est 1,54, tandis que celle de la Terre s'élève à 5,53, en prenant pour unité la densité de l'eau.

— MOUVEMENT DE DEUX CORPS A MASSES VARIABLES. — Le problème du mouvement de deux corps dont les masses sont sujettes à varier a été traité en 1884 par Gyldén, qui fut amené à s'occuper de cette question par les remarques d'Oppolzer sur le rôle des poussières cosmiques. La solution fut entièrement menée à bien, en 1893, dans un cas particulier, par J. Mestchersky; récemment critiqué à tort par Lovett (*Artr. Nachr.*, 1902), J. Mestchersky vient de relever les fautes de son contradicteur et de généraliser la solution qu'il avait trouvée.

Au point de vue d'Oppolzer, la variation d'une masse planétaire peut être attribuée aux poussières cosmiques qu'elle rencontre sur sa route et qu'elle entraîne, avec diminution de la vitesse tangentielle due aux chocs des météores. D'une manière générale, on admet que la quantité de matière entraînée est proportionnelle à la section du globe considéré, et à la circon-

férence de son orbite; pour donner une idée de la grandeur résultante du phénomène, si une pluie de météores tombait sur la Terre de façon à former dans le cours d'un siècle une couche uniforme de 1 millimètre d'épaisseur et de même densité que notre globe, l'accélération du moyen mouvement de la Terre pourrait atteindre 0''12.

Pareilles considérations ont été appliquées au mouvement de la Lune par Seeliger, Braun, etc. Mais il ne faut pas oublier qu'une pareille chute de 1 millimètre, insignifiante au premier abord, représente 13.10^6 mètres cubes, ou 70 milliards de kilogrammes par jour; or, l'apport météorique des étoiles filantes est estimé journellement à 10^6 kilogrammes. Si, avec J. Kleiber et See, on admet que les météores télescopiques sont cent fois plus nombreux que les météores visibles, on se rapproche des conditions physiques qui rendraient acceptable l'hypothèse d'Olbers, et la quantité de poussière que peut recevoir la Terre dans sa course sera comprise entre 54.10^3 kilogrammes et 54.10^7 kilogrammes par jour. Mais si la matière est déposée en si grande quantité à la surface de notre globe, on peut se demander, naturellement, ce qu'elle y devient? Car, au sommet de montagnes isolées, on a bien pu rencontrer des traces de fer, de cobalt, de phosphore, de magnésie... et, sans doute, ces échantillons peuvent provenir des étoiles filantes, mais cela ne suffit pas à démontrer la réalité de dépôts aussi importants, et la quantité de matière exigée par l'hypothèse d'Olbers, *seule*, ne paraît pas devoir être atteinte.

— Une nouvelle lunette. — M. Schupmann a imaginé une nouvelle lunette qu'il appelle lunette *médiale* : objectif d'une lentille de crown corrigée, à peu de distance de l'oculaire, par des verres concaves et un miroir d'un diamètre beaucoup plus petit. Reinfelder a construit une telle lunette, coudée, que Graff a essayée à l'Observatoire Urania, à Berlin : avec un prisme à réflexion totale, d'inclinaison variable, on peut modifier la dispersion et transfomer cet instrument en spectroscope. En fait, le système optique redresse l'image et possède deux foyers, l'un, corrigé, près de l'oculaire, et l'autre, non corrigé, près du prisme.

L'achromatisme et la définition des images sont, paraît-il, assez bonnes; le champ est très petit et la perte de lumière considérable, en sorte que cet instrument peut encore se recommander pour l'observation de la Lune et des planètes.

— Sur l'intensité de l'éclairement produit par le Soleil. — Nos connaissances actuelles sur l'éclairement produit par le Soleil, exprimé en fonctions de nos unités photométriques, sont fort peu précises. Les grandes divergences entre les résultats trouvés par les différents observateurs s'expliquent d'ailleurs, soit par l'imperfection des méthodes, soit par l'incer-

titude sur la valeur des unités photométriques employées, soit par les conditions atmosphériques diverses dans lesquelles les observations ont été faites.

M. Ch. Fabry, astronome à l'Observatoire de Marseille, a employé une méthode due à Bouguer pour affaiblir dans un rapport connu l'éclairement solaire. Le faisceau solaire, après avoir traversé une lentille de distance focale faible et connue, tombe sur l'une des faces de l'écran du photomètre de Lummer et Brodhun. L'autre face reçoit un éclairement constant, de même teinte que la lumière solaire : une petite lampe électrique à incandescence est placée au foyer d'une lentille, et éclaire l'écran à travers une cuve à faces parallèles contenant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal de composition convenable (1). On a mesuré une fois pour toutes le rapport de l'intensité transmise à travers la cuve pleine d'eau à celle que l'on obtient à travers le liquide bleu, et trouvé 6,0 comme moyenne d'un grand nombre de mesures. La détermination de ce rapport est la seule comparaison hétérochrome exigée par ces mesures (2); ce nombre n'intervient pas dans les rapports des résultats entre eux, et toutes les mesures faites de la sorte seront comparables avec celles de M. Fabry, pourvu qu'on adopte pour le rapport la même valeur. La lampe électrique donne une intensité lumineuse parfaitement constante, grâce à un mode de réglage pour maintenir constante la puissance électrique dépensée.

Une observation consiste à égaliser les éclairements des deux plages du photomètre par déplacement de la lentille interposée sur le faisceau solaire. La connaissance d'une constante instrumentale, déterminée une fois pour toutes, permet alors de calculer l'éclairement solaire.

Les résultats sont exprimés en prenant comme unité d'intensité lumineuse la *bougie décimale;* la lampe Hefner ayant servi d'étalon fondamental, on a considéré la bougie décimale comme représentée par l'intensité de la lampe Hefner, multipliée par 1,13.

Résultats. — Les mesures ont été faites à la Faculté des sciences de Marseille, sensiblement au niveau de la mer, le Soleil n'étant jamais à plus de 25° du zénith. Les nombres ont été corrigés pour les ramener à la moyenne distance de la Terre au Soleil et au zénith (cette dernière correction est presque négligeable).

Les nombres trouvés varient naturellement avec l'état de l'atmosphère; mais, si l'on ne fait entrer en ligne de compte que les observations faites avec

---

(1) Voir *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris, n° du 9 novembre 1903. En employant la notation indiquée dans ce travail, la cuve correspond à $x = 54,1$.

(2) La détermination de la *constante* de l'appareil nécessite la comparaison de la lampe électrique avec l'étalon photométrique (lampe Hefner). Ces deux sources de lumière sont de teintes assez voisines pour que leur comparaison puisse être faite directement sans donner lieu à aucune incertitude.

ciel parfaitement beau (c'est-à-dire lorsqu'aucune nébulosité n'est visible dans la direction du Soleil), les nombres ne varient que de quelques centièmes.

On peut admettre que l'éclairement produit par le Soleil au zénith, à sa moyenne distance, est, au niveau de la mer, 100 000 fois celui que donne une bougie décimale à 1^m.

Si l'on admet que l'éclat apparent du disque solaire est uniforme, on en déduit que 1^{mm2} du disque solaire émet normalement une intensité lumineuse qui est, après absorption atmosphérique, de 1 800 bougies. En réalité, le bord paraît moins brillant que le centre, de sorte que ce nombre est un minimum. Rappelons que, pour le caractère positif de l'arc électrique, on trouve des intensités de 150 à 200 bougies par millimètre carré.

Il est intéressant de comparer le rayonnement lumineux du Soleil avec son rayonnement calorifique total.

Admettons que, dans les conditions des mesures précitées, la quantité de chaleur reçue ait été de 1,5 petite calorie par minute et par centimètre carré. Un calcul facile permet d'en conclure que, dans ce rayonnement tel que nous le recevons, la puissance totale est de 0,12 watt par bougie. L'absorption atmosphérique est plus forte sur les rayons invisibles que sur les lumineux: dans le rayonnement solaire, sans absorption atmosphérique, la puissance par bougie doit être un peu plus forte, probablement comprise entre 0,15 et 0,20 watt.

Des observations analogues, faites en divers lieux et à diverses époques, ne seraient peut-être pas sans intérêt. Elles fourniraient des renseignements précis sur les variations de la transparence de l'atmosphère. Faites dans les meilleures conditions possibles (dans des stations élevées), elles pourraient conduire à des renseignements sur les variations d'éclat du Soleil : l'erreur accidentelle sur une mesure ne dépasse guère 1 pour 100, grâce à la similitude des teintes des deux plages, et les erreurs systématiques seraient éliminées par l'emploi constant du même appareil. Ces mesures sont plus faciles et moins affectées par l'absorption atmosphérique que ne le sont les mesures calorimétriques destinées à déterminer la constante solaire (1).

— LES PLUIES DE CHENILLES. — Il ne s'agit pas ici de la subite et extrême abondance avec laquelle telle espèce de chenille apparaît tout à coup, se répandant sur telle localité ou même sur un pays tout entier et devenant ainsi parfois un véritable fléau. Ainsi les fameuses invasions de « nonnes » (*Liparis monaca*) dans les forêts d'Allemagne il y a une douzaine d'années. Nous avons à nous occuper d'un phénomène bien plus étrange et en apparence réellement inexplicable. En plein hiver, alors que le sol est recouvert

---

(1) *Comptes rendus*, n° du 7 décembre 1903.

d'une épaisse couche de neige (jusqu'à 3 et 4 décimètres) et, le plus souvent, après de violents vents du Sud, la surface de la neige se trouve parfois recouverte sur de vastes espaces d'innombrables larves d'insectes. Ce phénomène, déjà observé au moyen âge, était envisagé comme un funeste présage, annonçant la guerre, la peste et toutes sortes de catastrophes. Dans les temps modernes, de semblables « pluies de chenilles » ont été signalées à diverses reprises : déjà par de Geer, en Suède et en France, en 1752; puis en Suisse, à Wohlen (Berne) et Mollis (Glaris) le 30 janvier 1856; puis par Louis Favre, aux Ponts, le 2 février 1866; enfin aux Eplatures, vers 1890, et à la Sagne ainsi qu'au canton de Vaud, l'année dernière, en février.

Les savants de cabinet, en présence de cet étrange phénomène, survenant au gros de l'hiver alors que tout dort, l'expliquaient comme on explique les pluies de cendres volcaniques : des cyclones et des tornades auraient arraché ces insectes aux arbres des Antilles et les auraient laissé retomber en pluie sur les hauts pâturages suisses. Mais cette hypothèse, examinée de plus près, devient absolument insoutenable. D'abord ces larves ne sont point des larves d'insectes exotiques, mais toujours des larves de coléoptères et lépidoptères indigènes. Ensuite, ce sont toutes des espèces vivant sur ou dans le sol et non point sur les arbres. Il faut donc chercher une autre explication. La plus nombreuse de ces larves étant celle du coléoptère *Telephorus fuscus*, laquelle vit dans le sol et se nourrit de racines, Oswald Herr pensait que toutes ces larves provenaient des racines de sapins arrachées par la tempête; mais les quelques faibles parcelles de sol ainsi arrachées ne sauraient contenir ces innombrables bataillons de larves. D'ailleurs, les vraies chenilles signalées parmi elles vivent, non point dans les racines des arbres, mais simplement dans le gazon (*Agrotis pronuba*, *Hadena rurea*, *Grammesia trilinea*, etc.). L'hypothèse qui paraît la moins impossible bien qu'elle présente aussi des côtés faibles, est la suivante : les vents chauds faisant fondre la neige alors que le sol est encore gelé, les chenilles et larves qui se tiennent à la surface, fuyant l'inondation subite, percent la couche de neige qui les recouvre. Arrivées à la surface, elles sont balayées par le vent et amoncelées.

Il est malheureusement difficile d'étudier de près ce phénomène, car en quelques heures déjà les corbeaux ont dévoré toutes les larves et on a bien de la peine à en recueillir encore quelques-unes. Cependant on a remarqué — et c'est un détail qui semble confirmer la théorie énoncée ci-dessus — que ces réchappées ont grande hâte de rentrer en terre sitôt qu'on leur en fournit l'occasion [1].

---

[1] D'après M. de Rougemont, dans les *Archives des sciences physiques et naturelles* de Genève.

Les précurseurs de Copernic.

Nous connaissons peu de chose sur les débuts de l'astronomie chez les Grecs. Pythagore, au VIe siècle avant Jésus-Christ, croyait que les corps célestes, la Terre y comprise, étaient des sphères. Il savait, croit-on, que les phases de la Lune sont causées par l'éclairement solaire, et la ligne courbe qui sépare la partie sombre de la partie éclairée devait naturellement l'amener à penser que la Lune n'était pas un disque plat, mais bien un globe. Il s'imaginait les étoiles fixées à une sphère de cristal qui effectuait chaque jour une rotation autour de la Terre, produisant ainsi le phénomène du lever et du coucher des étoiles. Chacune des sept « planètes » (Soleil, Lune, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) était attachée sur une sphère spéciale, et le mouvement de tout le système produisait un son harmonieux, la musique des sphères. Les distances des diverses sphères étaient déterminées d'après certaines lois musicales que Pythagore avait découvertes. L'idée de la sphéricité de la Terre est donc vieille de quelque vingt-cinq siècles.

Philolaus, pythagoricien du Ve siècle avant notre ère, prétendait que la Terre et les planètes (le Soleil y était compris) tournaient autour d'un feu central. L'hypothèse du mouvement de la Terre ne fut donc pas inconnue après lui, et Copernic cite les pythagoriciens comme autorités dans les premiers chapitres de son ouvrage : *De revolutionibus orbium cœlestium* (1543). Mais, dans ce système, le Soleil n'était pas le feu central, comme il l'est en réalité. « Pythagore et ses disciples disaient que notre globe était une étoile et qu'il en existait un autre à l'opposé, qu'ils appelaient Antiterre, et ils disaient que tous deux étaient dans une

seule sphère, qui tournait de l'est à l'ouest, et, à cause de cette révolution, le Soleil semblait décrire un cercle autour de nous; on le voyait, puis on ne le voyait plus. Et ils disaient que le feu était entre la Terre et l'Antiterre, croyant que le feu était un corps plus noble que l'eau et la terre et le plus noble qui pût figurer au centre du système » (DANTE, *Convito*, t. III, chap. V). Les pythagoriciens estimaient que le Soleil était trois fois plus éloigné de la Terre que la Lune.

Nous n'avons guère de renseignements sur les raisons qui amenèrent Aristarque de Samos, au IIIe siècle avant notre ère, à croire que le Soleil était immobile au centre des sphères célestes et que la Terre tournait autour de lui, en tournant en même temps autour de son axe. Il enseignait aussi que les étoiles sont immobiles; il mesura le diamètre apparent du Soleil et l'évalua à un demi-degré. Le peu qui nous reste de ses écrits donne la plus haute idée de son originalité et de son esprit pratique.

C'est Archimède qui nous a transmis les idées d'Aristarque touchant le système de l'Univers. « La plupart des astronomes, écrit-il, disent que le Monde est une sphère dont le centre coïncide avec celui de la Terre et dont le rayon est égal à la distance de la Terre au Soleil. Mais Aristarque de Samos, en citant cette opinion, la réfute. D'après lui, le monde est bien plus grand que cela; il croit le Soleil immobile, de même que les étoiles; il croit que la Terre tourne autour de lui et que la sphère des étoiles fixes, sphère dont le centre coïncide avec celui du Soleil, est si grande que la circonférence du cercle décrit par la Terre est, par rapport à elle, ce qu'est le centre d'un cercle à sa surface. » Copernic lui-même ne présenta et ne décrivit pas son système avec cette magistrale concision. Il est clair que nous avons là non seulement l'opinion d'Aristarque, mais aussi celle d'Archimède. Il semble que cet exposé n'ait pas été connu de Copernic, qui cite les théories brumeuses des

pythagoriciens, mais ne mentionne pas Aristarque à ce propos (1).

Platon (428-347) enseignait que la Terre était le centre des mouvements célestes, les planètes et les étoiles tournant autour d'elle, portées par huit sphères concentriques. Il établit parfaitement que la Lune ne brille qu'au moyen de la lumière qu'elle emprunte au Soleil. Platon n'était pas avant tout astronome et il considérait l'astronomie comme moins noble que la géométrie pure, qui réglait les mouvements célestes; mais ses opinions astronomiques eurent toujours une influence, spécialement dans l'Orient, où il a joui d'une grande autorité. Il exprima l'idée que les corps célestes, étant parfaits dans leur essence, doivent nécessairement se mouvoir suivant un cercle et avec une vitesse uniforme.

Eudoxe de Cnide (409-356) développa les idées de Platon et en fit un système scientifique. A son époque, les mouvements les plus simples de la Lune étaient bien connus déjà; pour les expliquer, il trouva que trois sphères étaient nécessaires. L'une produisait son mouvement diurne, son lever et son coucher; la seconde, son mouvement mensuel de l'ouest à l'est; et la troisième, ses déplacements au nord et au sud de l'écliptique. Le Soleil avait, de la même façon, trois sphères, et chaque planète en avait quatre (les planètes semblent parfois rétrograder de l'est à l'ouest, leur mouvement ordinaire se faisant de l'ouest à l'est). Le système d'Eudoxe exigeait donc vingt-sept sphères, une pour les étoiles fixes, vingt pour les planètes, six pour le Soleil et la Lune. Il est probable qu'Eudoxe et son école regardaient ces sphères non comme des globes matériels, en cristal, mais plutôt comme de pures conceptions géométriques permettant de faire comprendre les mouvements mécaniques observés. Quoi

---

(1) Copernic avait accès à certaines grandes collections de livres, dont les catalogues existent encore aujourd'hui; je les ai fait examiner : les œuvres d'Archimède n'y figurent pas.

qu'il en soit, après Eudoxe la mention de sphères matérielles de cristal revint constamment chez les astronomes grecs, et le vulgaire y crut universellement.

Voyons ce qu'implique cette théorie. Les étoiles sont à une énorme distance, toutes fixées à une surface de cristal, qui accomplit une révolution en vingt-quatre heures. Le Soleil se trouve sur un autre globe, mais ce ne peut être à un endroit fixe de la surface, puisque, selon l'époque de l'année, il se lève et se couche à des endroits différents. Quelle espèce de globe de cristal est-ce, sur lequel le Soleil peut glisser jusqu'à tel point et pas au delà? Il n'est pas étonnant que certains écrivains du moyen âge aient cru devoir imaginer pour chaque astre lumineux deux sphères, entre lesquelles le mouvement se faisait librement et qui ne présentaient aucune ouverture. Quelle espèce de globe possèdent les planètes, qui se meuvent chacune à une vitesse variable et dans des directions variables, tantôt vers l'est, puis à l'ouest, tantôt au nord, tantôt au sud? On peut à peine se figurer les détails que nécessiterait un système de ce genre; si on l'accepte, ce ne peut être que grâce à une foi, une foi basée sur des phrases.

Les anciens astronomes ne recherchaient pas, en général, la science pour elle-même. Ou bien, ils étaient engagés dans des questions pratiques, comme la détermination de la longueur de l'année, la prédiction des saisons, et d'autres choses du même genre; ou bien, ils s'efforçaient de découvrir quelque aspect de la matière divine ou en partie divine, comme celle qui formait les planètes et les étoiles. Quant à la science du moyen âge, elle a été résumée en une phrase : « Ce n'étaient que vérités devinées, aperçues par des clairvoyants, non soumises à nos formules modernes, précises, qui cherchent à concentrer mille expériences en une vision d'un instant » (Pater). Quelques anciens, Archimède et Aristarque, par exemple, eurent ce que nous appelons l'esprit moderne. Roger Bacon fut le premier à formuler sa

définition. Newton peut être considéré comme son premier représentant qui lui ait toujours été fidèle, car Képler et Galilée eux-mêmes furent, à certaines époques de leur vie, profondément teintés d'esprit médiéval.

Les *Météorologiques* et le *De cœlo* d'Aristote (384-322) firent autorité pendant le moyen âge; ces traités et ceux qui en dérivaient adoptaient franchement la doctrine des sphères matérielles. Le schéma géométrique d'Eudoxe était transformé en un mécanisme pesant, dont de nouvelles sphères vinrent augmenter la complication, si bien qu'il en fallut cinquante-six en tout pour expliquer les mouvements des corps célestes. « Le glorieux philosophe à qui la nature dévoila le plus libéralement ses secrets, a prouvé, dans le second chapitre de son *De cœlo,* que ce monde, la Terre, est par lui-même stable et fixe pour toute l'éternité... Qu'il nous suffise de savoir, par son autorité, que cette Terre est fixe, et ne tourne point, et qu'elle est, avec la mer, le centre des cieux. Ces cieux tournent perpétuellement autour de ce centre, comme nous le voyons » (DANTE, *Convito,* t. III, chap. V). Si nous ne nous rappelons que la mécanique était inconnue à l'antiquité et au moyen âge, nous ne pouvons guère concevoir que des professeurs aient pu enseigner un système aussi inintelligible que celui d'Aristote, ni que des étudiants aient pu l'accepter. Pendant que Cremonini expliquait le *De cœlo* dans une salle de l'université de Padoue, en 1592, Galilée enseignait les éléments d'Euclide dans une autre. Il est plus facile de comprendre comment les étudiants se réunirent en masse pour l'écouter, lorsque, quelques années plus tard, Galilée commença ses lectures sur l'astronomie, quoiqu'il n'eut pas le droit, comme professeur, d'exposer autre chose que l'astronomie de Sacro Bosco.

Aristote enseignait que la Terre était sphérique, et il soutenait sa proposition par des raisons bonnes et mauvaises. La distance du Soleil fut déterminée par une méthode très ingénieuse, inventée par Aristarque de Samos

(270 avant Jésus-Christ), qui évalua cette distance à 19 fois environ celle de la Lune (en réalité, elle vaut 390 fois celle-ci). Hipparque détermina de son côté la distance de la Lune (1) et admit aussi que le Soleil était 19 fois plus éloigné qu'elle. Il ne conserva pas la Terre au centre de l'orbite du Soleil, mais fit glisser ce centre vers le sixième degré des Gémeaux, de $^1/_{24}$ du rayon, de façon à rendre compte des irrégularités observées dans le mouvement annuel. Ptolémée adopta cela sans discussion, et pendant douze siècles, les astronomes l'imitèrent. Ce n'est qu'à l'époque de Képler qu'il fut prouvé que le Soleil devait être au moins 50 fois aussi éloigné que la Lune; ce fut là un des résultats des observations précises de Tycho.

Les Chaldéens et les Égyptiens pensaient que la Terre était un disque plat surmonté d'une coupole, le ciel, le firmament; c'était aussi l'idée que s'en faisaient les Hébreux. Une théorie visiblement chrétienne sur la figure de la Terre et ces cieux, tirée de l'Écriture, fut formulée par le moine et voyageur égyptien Cosmas Indicopleustes. D'après lui, la Terre était un parallélogramme plat entouré des quatre mers. « C'est pourquoi nous disons, avec Isaïe, que le Ciel qui embrasse l'univers est une voûte; avec Job, qu'il est joint à la Terre; et avec Moïse, que la longueur de la Terre est plus grande que sa largeur ». Cette explication des apparences fut généralement acceptée comme orthodoxe, et le peuple s'en tint à elle longtemps après que les savants eussent été convaincus de la sphéricité par les arguments de Ptolémée et d'Aristote. Isidore de Séville, au VIIe siècle, et le vénérable Bède au VIIIe, se déclaraient en faveur de l'opinion d'Aristote; Dante, au XIIIe, l'appuyait, et au XVe, Colomb la prouva; au XVIe siècle, enfin, le voyage de cir-

(1) Il évalua la plus grande distance de la Lune à 78 demi-diamètres de la Terre, la plus petite à 67; la distance moyenne est en réalité de 60. Celle du Soleil était, d'après Hipparque, de 1300 demi-diamètres; elle en vaut environ 23000.

cumnavigation de Magellan trancha définitivement la question.

La bibliothèque de l'université de Cambridge possède, d'après le Dr Whewell, un poème français du temps d'Édouard II (1307-1327), illustré de dessins qui montrent des hommes debout sur tous les points d'une Terre sphérique. Pour représenter la tendance des corps lourds à se rapprocher du centre de la Terre, on a dessiné d'autres hommes lâchant des balles dans des trous qui traversent le globe de part en part, et ces balles tombent vers le centre,

Ce point vers lequel de toutes parts sont entraînées
les substances lourdes,

comme l'explique Virgile à Dante au chant XXXIV de l'*Enfer*. La cosmographie de la *Divine comédie* fut adoptée pendant des siècles par les catholiques, comme celle du *Paradis perdu* de Milton l'a été par les protestants. Pour Dante, la Terre était le centre du monde. Elle était entourée de neuf sphères transparentes, mues par des anges. Il y en avait pour la Lune, Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter, Saturne et les étoiles fixes; au delà de celles-ci se trouvait le *primum mobile*. En dehors des neuf sphères était l'Empyrée, le séjour de Dieu. Sous la Terre était l'Enfer, où son roi, Lucifer, régnait sur les anges déchus; toute discorde venait d'eux, même les tempêtes, la grêle, les éclairs. C'était le système d'Eudoxe qui était la base de celui que le poète avait adapté à ses besoins, avec une liberté de poète.

Dans le *De Cœlo*, Aristote pose certains principes fondamentaux : les choses dont se compose le monde sont toutes des corps solides, et ont par conséquent toutes trois dimensions; les éléments simples de la nature doivent avoir des mouvements simples; et en effet, le feu et l'air se meuvent naturellement de bas en haut, l'eau et la terre de haut en bas, et tous quatre en ligne droite; outre cela, il existe un

mouvement circulaire, qui n'est pas naturel à ces quatre éléments, quoiqu'il soit plus parfait que le mouvement rectiligne; le cercle est, en effet, une ligne complète par elle-même, et la ligne droite ne l'est pas. Il doit donc exister certaines choses dont le mouvement naturel soit le mouvement circulaire complet, choses très différentes des quatre éléments, plus divines qu'eux, et qui doivent donc se trouver au-dessus d'eux. Cette essence plus fine fut appelée plus tard par les commentateurs *quinta essentia*, ou *quintessence*. C'est d'elle que sont composés les corps célestes, sphères douées de vie et d'activité.

Aristote discute la question de la révolution de la Terre autour du Soleil; il rejette cette hypothèse, parce qu'un pareil mouvement produirait nécessairement un changement dans la position apparente de chaque étoile. La raison est bonne : si les étoiles étaient seulement un peu plus éloignées de nous que Saturne, comme le croyait Aristote, la Terre, en suivant régulièrement une orbite, donnerait à chaque étoile un mouvement parallactique apparent, la copie en petit de celui de la Terre elle-même. Or, cela ne s'observe pas; donc, disait Aristote, la Terre ne se déplace pas. Nous le savons aujourd'hui, les étoiles les plus rapprochées de nous sont 20000 fois plus éloignées que Saturne (ce fait n'a été définitivement établi qu'en 1837); c'est pour cela que les Grecs et leurs successeurs ne purent voir les petites orbites apparentes des étoiles; elles étaient invisibles à cause de leur petitesse.

Tous les écrits importants d'Hipparque, qui vivait au IIe siècle avant notre ère, sont perdus, et les théories de « cet homme épris de vérité et de travail » ne nous sont connues que par ce qu'en dit Ptolémée, qui les expose avec admiration. Hipparque fut un observateur infatigable, un mathématicien de jugement et de grandes connaissances, un astronome au génie original et profond. Par ses propres observations, faites à Rhodes (188-127), il fixa les positions

(longitude et latitude célestes) des principales étoiles fixes. En comparant leur position déterminée par lui avec celles déterminées auparavant par Timocharis et Aristille, il découvrit le mouvement rétrograde des points équinoxiaux qui avance chaque année la date du passage du Soleil sur l'équateur (précession des équinoxes), et il en calcula approximativement la grandeur. En comparant ses propres déterminations du point vernal avec celles d'Aristarque, il calcula avec précision la longueur de l'année (1). C'est en procédant systématiquement à des comparaisons de ce genre qu'Hipparque fit beaucoup de ses découvertes.

Il est très remarquable qu'il ne se borne pas à donner les résultats obtenus par lui, mais qu'il ajoute une estimation des erreurs probables qu'ils renferment. Ses observations sur le moment de l'arrivée du Soleil au tropique peuvent, dit-il, renfermer une erreur de 3/4 de jour, celles sur le moment de l'arrivée du Soleil à l'équateur, une erreur de 1/4 de jour. Nous avons le droit de regarder comme « modernes » des comparaisons faites avec cet esprit systématique, et des estimations d'erreurs de ce genre. Il est certain qu'elles ne caractérisent pas les observations astronomiques jusqu'au XVIIIe siècle, soit 2000 ans après qu'Hipparque eut ouvert la voie.

Certaines de ses importantes recherches ont trait à la mesure du temps. Quelle est la longueur de l'année? Est-elle constante? Ses observations ne lui montrèrent pas de différences entre les années. Il est intéressant de noter comment il formule ses observations : il se garde d'affirmer que toutes les années ont, sans aucun doute, une seule et même longueur; il dit simplement que les différences, s'il y en a, doivent être fort petites, si petites que ses observations ne sont pas assez délicates pour les déceler.

---

(1) Il évalua l'année tropique à 365 jours 5 heures 55 minutes; elle compte réellement 365 jours 5 heures 48 minutes 45.51 secondes (1900).

En 134 avant notre ère, une nouvelle étoile apparut soudainement dans le Scorpion; Hipparque commença un catalogue des étoiles visibles pour lui. Avec ce tableau, rien de nouveau ne pouvait apparaître dans le Ciel sans être remarqué.. Son catalogue donnait la position et la magnitude (éclat) de 1 080 étoiles visibles en l'année 128 et groupées en figures qui n'ont guère été modifiées depuis lors (1). Pendant mille ans, le catalogue d'Hipparque resta unique.

Citons un exemple de son sens pratique comme observateur. Si l'on tient une règle bien droite devant le ciel étoilé, il y aura certaines positions dans lesquelles elle couvrira trois étoiles à la fois. Hipparque cite plusieurs cas de ce genre; aucune des trois étoiles ne peut changer de place sans que l'on s'en aperçoive, et une simple observation faite de la même façon n'importe quand montrera immédiatement tout changement qui se sera produit depuis l'observation précédente.

Hipparque n'est pas moins remarquable par ses travaux théoriques que par son talent d'observateur. Il a employé, pour calculer la position des corps célestes, des résolutions de triangles, plans et sphériques. La théorie de ces résolutions, c'est-à-dire la trigonométrie, a peut-être été inventée par lui; en tous cas, il l'a fort développée et améliorée.

Les observations donnent, pour le moment seul où elles sont faites, la longitude et la latitude célestes des planètes; les positions antérieures, un mois, un an plus tôt, sont connues de la même façon par des observations. Mais où verra-t-on Jupiter ou Saturne dans un mois, dans un an? Pour pouvoir le dire, il est nécessaire d'inventer une géométrie du mouvement planétaire rendant compte de tous

(1 Les figures adoptées aujourd'hui pour les constellations sont celles que dessina Albert Dürer, d'après les descriptions de Ptolémée, sur les cartes dressées par Stoeffler et Heinfogel.

les déplacements passés et futurs : Hipparque résolut ce problème jusque dans ses détails.

Rappelons-nous à ce propos que sa vaste activité s'exerça dans des conditions décourageantes; les meilleurs instruments étaient bien grossiers; toutes les visées se faisaient à l'œil nu, sans l'aide du télescope; pour mesurer le temps, il ne disposait que de clepsydres, ou horloges à eau, et de sabliers; enfin, la notation arithmétique grecque, dont il se servait dans ses calculs, était encombrante à l'extrême. Ce qu'il a fait est réellement étonnant.

Sa théorie des épicycles permit à Hipparque de construire ses tables du Soleil et de la Lune; elles donnaient le détail des mouvements de ces corps célestes et permettaient de prédire les éclipses solaires et lunaires; il était d'ailleurs suffisant, pour les besoins de l'époque, de savoir fixer le jour de l'éclipse, et à peu près l'heure du matin ou de l'après-midi vers laquelle elle devait se produire; les tables permettaient d'arriver à cette précision. Sa théorie était bonne; elle triompha dans toutes les épreuves qu'on lui fit subir.

Les mouvements de la Lune, plus compliqués que ceux du Soleil, furent suffisamment éclaircis par Hipparque, et il fit à ce propos d'importantes découvertes. Il ne déduisit pas les éléments des mouvements solaires et lunaires d'observations continues, comme nous le faisons aujourd'hui, mais d'observations faites à certains moments critiques; pour le Soleil, notamment, aux équinoxes et aux solstices; six éclipses de Lune suffirent pour lui donner les éléments de l'orbite lunaire et la loi qui présidait à leurs changements. Sa théorie des planètes n'est pas poussée si loin; il n'avait pas là un corps d'observations suffisant, qu'il pût comparer à celles qu'il accumulait lui-même avec tant d'activité.

En somme, si nous considérons les données qu'Hipparque eut à sa disposition et l'usage qu'il sut en faire, il nous

apparaît qu'il a produit une œuvre de premier ordre. Les astronomes de toute époque sont d'accord pour déclarer qu'il fut « un des hommes les plus extraordinaire de l'antiquité, le plus grand dans les sciences qui exigent la combinaison de l'observation et de la géométrie » (Delambre).

(*A suivre.*) E.-S HOLDEN.

Les cadrans solaires.

[L'article qui suit n'a rien de scientifique, mais l'intérêt anecdotique qu'il présente nous fait penser qu'il ne sera pas déplacé dans une revue *populaire* d'astronomie.]

Les cadrans solaires ont leur philosophie.

Autrefois ils accompagnaient la façade exposée au Soleil de beaucoup de monuments, marquant ainsi, à défaut d'horloge, la mesure du temps et le passage des heures; ils étaient placés aussi au milieu des parcs et jardins et au centre des carrefours, donnant à tous la notion du temps qui s'écoule, avec lenteur pour les uns, avec rapidité pour les autres.

Cette façon de confirmer la marche de l'existence, alors que la nature était le grand maître de toutes choses, avait sa raison d'être, car la mécanique n'était pas connue et les horloges n'étaient pas inventées; les astres seuls indiquaient la division du temps, dans leur révolution régulière entre le jour et la nuit.

Les cadrans solaires furent donc connus aux époques les plus reculées et on les retrouve chez les Égyptiens, chez les Chaldéens et même chez les Hébreux.

De chez ces peuples de l'antiquité, ils furent transmis successivement dans le monde moderne, et l'on en rencontre, disséminés à peu près partout, placés surtout sur la façade des temples ou des monuments, et quelques-uns sont

accompagnés de devises, les unes chrétiennes, la plupart philosophiques ou lyriques.

Dans la région de Briançon, qui est particulièrement riche en cadrans solaires, toute maison a le sien. Parmi les devises que l'on y a relevé, avec leur note plus particulièrement de curiosité, nous citerons :

« A la bonne heure ! je marche sans pieds et je parle sans langue. »

« Je parle sans dire mot. Sans ta clarté et ta chaleur, nous n'aurions ni heures, ni fleurs. »

Celle-ci est vraiment troublante en son ironie narquoise :

« Il est plus tard que vous ne croyez. »

Si nous allons ailleurs, nous en trouvons encore à signaler.

Sur la porte de la cathédrale de Sainte-Cécile, à Alby, accompagnant deux cadrans solaires dont chacun marque la marche du jour, on peut relever cette inscription :

« Tyndaridœ alternis fratres vixere diebus,
At nobis vitam dividit una dies.
Mutua sic homines utinam concordia jungat ;
Ut sibi partiri commoda cuncta velint. »

Les frères de Tyndare (Castor et Pollux) vécurent alternativement. Pour nous, un seul jour divise la vie. Puisse la mutuelle concorde unir les hommes, afin qu'ils partagent entre eux tous les biens.

A Urgel, sur le mur du palais épiscopal, le cadran qui y a été tracé porte cette inscription :

« Sicut umbra transit homo. »
L'homme passe comme l'ombre.

A Porté, dans l'Andorre, un cadran a été dessiné sur une muraille portant en devise :

« Vide et vade. »
Regarde et marche.

A Anet, Loire-Inférieure, on lit au-dessus d'un cadran solaire :

« Ora ne te rapiat hora. »

Prie pour que l'heure ne te surprenne pas.

Au château de La Rochefoucauld, dans la Charente, on trouve encore :

« Heu! fugaces labuntur anni,
Fugit irreparabile tempus. »
Les ans s'écoulent en fuyant.
Le temps fuit irréparable.

A Limoges, le cadran solaire du Lycée reproduit en termes plus concis la même idée :

« Fugit, utere. »

Il fuit, mets-le à profit.

A l'hôtel de ville de Constance, en Suisse, les cadrans solaires qui indiquent l'heure sont accompagnés de ces inscriptions :

« Horas non numero nisi serenos. »
Je ne compte que les heures sereines.
« Ut vita sic fugit hora. »
Comme la vie, ainsi fuit l'heure.

Dans le pays basque, autour du cadran placé contre la muraille de quelques églises, nous avons relevé ces pensées remplies de la plus haute philosophie.

A Urrugne, Basses-Pyrénées :

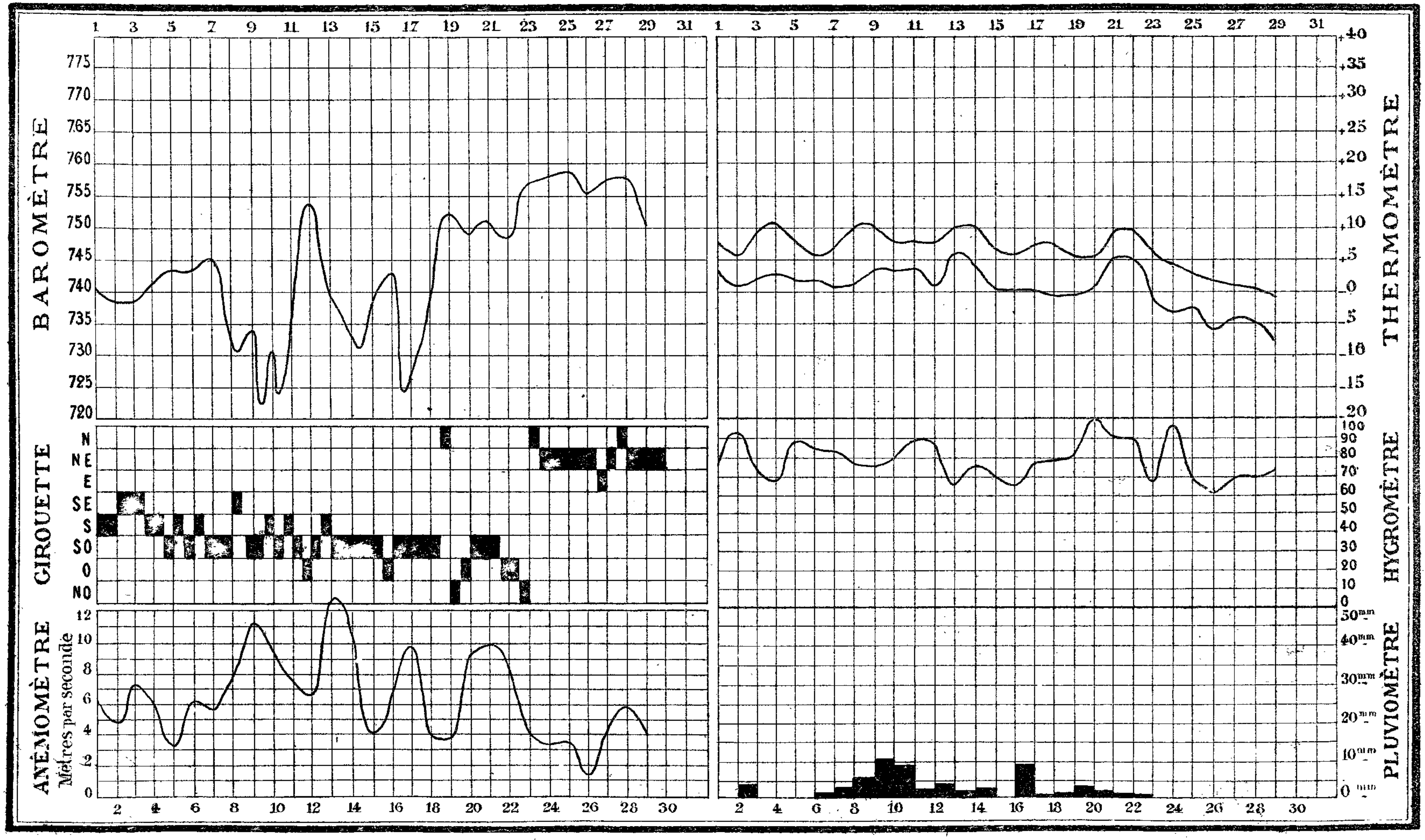
« Vulnerant omnes ultima necat. »

Toutes blessent, la dernière tue.

Cette devise se trouve aussi à Paris, sur le cadran d'une des anciennes cours du Lycée Louis-le-Grand, avec cette variante :

« *Feriunt* omnes, ultima necat. »

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Février 1904.



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

A Cambo, près de Bayonne :

« Dubia omnibus, ultima multis. »
Douteuse pour tous, elle est la dernière pour beaucoup.

A Eygun, dans la vallée d'Aspe, au-dessus du cadran de l'horloge, on voit inscrit :

« Sic umbra vita fugit. »
Ainsi que l'ombre, la vie passe.

A Ossès, près de Saint-Jean-Pied-de-Port, en langue basque :

« Orhoit hilcea. »
Souviens-toi de la mort.

A Sare, près Saint-Jean-de-Luz :

« Oren guruk dute gizon colpatren
Asxenekosk du hobira egatren. »
L'homme est vaincu par toutes les heures,
Mais la dernière le conduit au tombeau.

Maintenant que partout les horloges tintent les heures et que chacun a sa montre, on a mis de côté cette façon poétique de placer devant les yeux des passants la marche du temps, dont les divisions adoptées font sentir la rapidité de la vie (1).

H. LÉON.

Revue climatologique mensuelle.

FÉVRIER 1904.

Le temps a été doux, mais très pluvieux, pendant la plus grande partie de février 1904.

Du 1er au 22, le thermomètre s'est tenu en moyenne à 5°0, alors que la valeur normale pour cette période n'est que de 2°6. Du 8 au 14, il est même monté à 6°2 (normale = 2°1). On sait que c'est habituellement l'époque où se pro-

(1) Reproduit du *Bulletin mensuel de « Biarritz-Association »*, n° de février 1904.

duit le refroidissement de la Chandeleur. Cette fois, il a fait complètement défaut et c'est un réchauffement accentué qui l'a remplacé.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	752,8mm	744,5mm
— — — la plus élevée.	764,9	. .
— — — — basse.	742,3	. .
Température moyenne du mois. . . .	2°8	3°6
— — la plus élevée . .	7,1	. .
— — — basse . .	— 4,8	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	18,7	10°5
Minimum — — . . .	—18,4	— 7,4
Nombre de jours de gelée	12	9
— maximum de jours de gelée . .	27	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	97	71
— — (total possible) . . .	278	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(29), S(17), W(13), E(13)	SW (34), S (21) NE (16), W (9)
Vitesse moyenne du vent.	4,6m	6,5m
Humidité à midi	82,0	79,5
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	1,0mm	1,2mm
— totale du mois	28	36
Hauteur de pluie tombée	34	51
— de neige —	13	8
— totale d'eau —	47	59
— maximum —	125	. .
— minimum —	4	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	16	18
— de pluie	13	16
— de neige	6	10
— de grêle	1	1
— de tonnerre	0,2	0
— de brouillard	7	2
— couverts	5	1
— sereins.	1	0
Nébulosité moyenne	7,2	8,3

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'apres les maxima et minima de chaque jour, pris a midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours ou l'on a recueilli de l'eau sont ceux ou le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux meme ou des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux ou le ciel a ete caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux ou l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

A partir du 23, la température baisse d'une façon marquée, et le 29 on constate le minimum absolu du mois (— 7°4 à Uccle). Le maximum avait eu lieu le 8 (10°5 à Uccle).

La moyenne thermique du 23 au 29 est descendue à — 0°9, la normale étant de + 3°5.

Dans la haute Belgique les gelées ont été près de deux fois aussi intenses et trois fois aussi fréquentes que dans la partie basse du pays. (Voir le tableau de la page 45.) En quelques points de l'Ardenne, le minimum absolu s'est déclaré le 26. A Uccle, à cette date, le thermomètre à l'air libre, sur le gazon, s'est abaissé à — 11°7, tandis que le 29 il n'a indiqué que — 9°9.

Nous avons dit que février dernier avait été très pluvieux. Du 6 au 22, tous les jours ont fourni de l'eau au pluviomètre. A partir du 23, à Uccle, l'instrument n'a plus rien donné, mais à l'est et au sud-est du territoire il a neigé à deux ou trois reprises entre le 23 et le 29.

Dans les provinces de Hainaut, de Namur, de Luxembourg et de Liége, le total des précipitations du mois a été considérable; il a, en beaucoup de points, dépassé 100 millimètres. Pareil total a très rarement été atteint en février.

HAINAUT.	mm	LIÉGE.	mm
Tournai	108,4	Clavier	123,7
Mons	101,9	Spa	141,9
Roisin	109,0	Barrage Gileppe	107,2
Nalinnes	124,3	Hestreux	117,9
Charleroi	102,2	Baraque Michel	207,0
Luttre	104,0	Hockai	120,2
		Stavelot	137,6

NAMUR.	mm	LUXEMBOURG.	mm
Namur	104,6	Bernistap	102,0
Florennes	118,7	Bastogne	134,2
Walcourt	110,0	Beauplateau	126,1
Assesse	104,0	Libramont	167,3
		Carlsbourg	154,4
		Arlon	154,6

Dans la basse Belgique, le total a été un peu supérieur à la hauteur normale; dans la plaine maritime, il a été normal. On y a recueilli en moyenne 43 millimètres, alors que sur les sommets de l'Ardenne on mesurait près de 100 millimètres en plus (140^{mm} en moyenne).

Les journées des 8, 9 et 10 ont été marquées par des pluies fort copieuses.

Le 8

^{mm}
23,4 à Bourcy.

Le 9.

^{mm}
22,0 à Beauplateau;
25,8 à Carlsbourg.

Le 10.

^{mm}
23,6 à Nalinnes;
20,0 à Florennes;

Le 10 (*suite*).

^{mm}
22,0 à Maredsous;
26,8 à Libramont;
25,5 à Clavier;
28,0 à Spa;
21,0 à Hestreux;
43,5 à la Baraque Michel;
27,0 à Stavelot.

La neige a été assez fréquente, mais peu abondante. Les jours où le phénomène a été observé ont été au nombre de :

1 jour à Ypres et à Mouscron;
2 jours à Ostende et à Menin;
4 — à Bruges, Somergem et Ledeberg;
5 — à Iseghem et à Tournai;
6 — à Wetteren, Lombeek-Notre-Dame, Louvain, Gembloux et Nalinnes;
7 — à Paturages, Mons, Huy, Verviers et Jalhay;
8 — à Bruxelles et à Maeseyck;
9 — à Huy-Statte;
10 — à Mont-sur-Marchienne, Uccle, Stembert, Hestreux et Hazeilles (Erezée);
11 — à Florennes, Jéhonville et Libramont;
12 — à Carlsbourg;
14 — à Arlon;
19 — à Bastogne et au Hockai;
20 — à la Baraque Michel.

La plus forte épaisseur de neige a été mesurée le 20 ou

le 28, suivant les lieux. Voici un relevé des principales constatations faites :

2 centimètres à Stembert (Verviers);
3 — à Clavier, Bernistap et Carlsbourg;
4 — à Pétigny lez-Couvin, au barrage de la Gileppe et à Stavelot;
5 — à Bastogne et à Arlon;
6 — à La Roche;
7 — à Hestreux;
10 — à Saint-Roch;
12 — à Chiny;
15 — à Étalle.

Au moment le plus chaud du mois, du 8 au 13, des manifestations orageuses se sont produites chaque jour, ainsi qu'il est renseigné ci-après :

Le 8, orages dans la Flandre occidentale, à Tournai et à Pétigny lez-Couvin;

Le 9, tonnerre à Tournai;

Le 10, tonnerre dans la région de La Roche (Luxembourg); éclairs à Pétigny lez-Couvin;

Le 11, orages au sud de la province de Namur, à l'est de la province de Liége et au nord du Luxembourg;

Le 12, orage à Bourg-Léopold;

Le 13, orages sur toute la région formée par les provinces de Namur, de Luxembourg et de Liége. Orages en quelques points des provinces de Flandre occidentale et de Hainaut. Éclairs à Bourg-Léopold.

A Uccle, on n'a entendu le tonnerre ni aperçu d'éclairs au cours de tout le mois.

Février 1904 a été très venteux. Depuis quinze ans, une seule année, 1894, a eu pour février une moyenne anémométrique plus forte que celle du mois dernier. Cette fois, cette moyenne s'est élevée à 6^m5 à la seconde; en 1894, elle avait atteint 6^m8.

En février 1904, cent vingt-cinq fois l'anémomètre a enregistré une moyenne horaire supérieure à 10^m à la seconde. Pour la durée entière de la période du 6 au 17, la

moyenne a été de $8^{m}2$, et pour celle du 8 au 11, de $9^{m}0$. Les journées (minuit à minuit) du 9, du 13, du 14 et du 21 ont respectivement donné :

Le 9	$11^{m}1$
Le 13	12,8
Le 14	10,8
Le 21	10 0

Le 9, de midi à 8 h. du soir, l'air a marché à raison de 14^{m} à la seconde, et le 13, de midi à 1 h. du soir, à raison de 17^{m}. Ce dernier jour, vers 11 h. du matin, on a noté une pression du vent de 73 kilogrammes par mètre carré.

Durant toute la période douce de février 1904, du 1er au 22, le régime atmosphérique général a été franchement cyclonique, les centres de dépression passant à l'extrême ouest ou nord-ouest de l'Europe. Cette situation nous a valu des vents forts de S. et de SW. persistants et de copieuses précipitations. (Voir ci-dessus.) A partir du 23 le régime devient anticyclonique, avec centre des hautes pressions sur le NE. du continent : le vent passe au NE., la pluie et l'agitation de l'air cessent.

Du 1er au 18 le baromètre s'est tenu très bas : la hauteur moyenne, à midi et à Uccle, n'a été que de $738^{mm}6$ (normale $= 753^{mm}3$). Du 19 au 29, le niveau mercuriel s'est beaucoup relevé : la moyenne a atteint $754^{mm}2$ (normale $= 752^{mm}1$).

Le 9, le baromètre est descendu à $722^{mm}1$, point de l'échelle qu'il n'a dépassé que trois fois, en février, depuis soixante-dix ans.

Comme le montre le diagramme, la colonne barométrique a éprouvé de nombreuses fluctuations du 8 au 9; voici l'indication des plus importantes :

			mm
Le 8,	à	1 h.	742,8
Le 9,	à	21 h.	722,1
Le 12,	à	12 h.	754,0
Le 14,	à	23 h.	730,6
Le 16,	à	11 h.	742,8
Le 17,	à	7 h.	724,1
Le 19,	à	21 h.	755,5

LOCALITÉS.	Plus basse température.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	— 5°4	6
Ostende (phare)	— 7,0	6
Furnes	— 6,3	6
Ypres	— 5,8	7
Iseghem.	— 5,7	7
Somergem	— 6,0	8
Gand	— 6,3	6
Tournai	— 5,4	6
Paturages	— 6,9	7
Borsbeke	— 6,5	7
Bruxelles (Jardin botanique)	— 7,0	7
Bruxelles (Nouv.-Marché-aux-Grains)	— 5,6	6
Uccle (Observatoire)	— 7,4	9
Anvers	— 6,1	7
Brasschaet	— 7,5	13
Bourg-Léopold	— 9,1	17
Maeseyck	— 6,8	12
Saint-Trond	— 7,5	7
Cointe (Liége)	— 6,9	7
Tilff.	— 7,9	13
Clavier	—10,5	14
Huy (Statte)	— 7,7	9
Huy.	— 7,5	7
Gembloux	— 8,0	9
Namur	— 7,0	7
Maredsous	— 8,6	10
Dinant	— 8,0	10
Florennes	— 8,5	11
Herve	— 6,3	11
Verviers (ville)	— 8,4	8
Verviers (tir)	—10,0	13
Spa	—11,5	13
Barrage de la Gileppe	—14,0	15
Hestreux	—11,4	17
Baraque Michel	—13,5	24
Hockai	—14,0	25
Stavelot.	— 9,2	14
Saint-Roch	—11,0	20
Bernistap	—14,4	17
Laroche.	—11,0	12
Bastogne	— 9,9	22
Beauplateau	—	22
Libramont	—10,7	19
Carlsbourg	—10,0	17
Arlon	— 8,1	21
Etalle	— 6,7	15

Du 9 au 22 on n'a compté que 20 heures de soleil, ou moins de 1 1/2 h. par jour.

Le degré minimum d'humidité relative n'est pas descendu plus bas que 56; il a été noté à deux reprises, les 23 et 28.

Grâce à la clémence de la température, la nature s'est réveillée dès les premiers jours de février, mais le coup de froid de la fin du mois a arrêté brusquement les manifestations du début. Nous indiquons ci-après les principaux phénomènes observés :

Le 1er, chant de l'alouette à Zonnebeke et à Bertrix; le merle se fait entendre à Bruxelles.

Le 3, premier passage des grues à Menil-Favay (près de Marche).

Le 4, floraison du coudrier à Iseghem.

Le 7, réveil des abeilles à Hazeilles (Erezée).

Le 9, premier chant de la mésange à Virton.

Le 10, arrivée des chardonnerets à Herbeumont.

Le 11, premier chant de la grive à Hotton.

Le 12, chant de la fauvette des jardins à Lichtaert.

Le 15, chant du roitelet à Pétigny lez-Couvin.

Le 18, chant du pinson à Bastogne.

Le 22, réveil des grenouilles à Hazeilles (Erezée).

L'alouette ne s'est fait entendre que du 1er au 9. Ensuite, et jusqu'à la fin du mois, son chant a cessé.

A. LANCASTER.

NOTES.

AVIS. — Les bulletins sismiques (Uccle) de janvier et de février paraîtront ultérieurement. La station créée à l'Observatoire par M. Ernest Solvay, et qui avait été dirigée depuis sa fondation jusqu'en décembre dernier par notre collaborateur M. Eug. Lagrange, a été cédée par notre Mécène scientifique à l'Observatoire. Elle se trouve actuellement sous la direction de M. G. Lecointe, directeur du Service astronomique.

— BOLIDE. — Le 6 février, à 19^h48^m, un bolide de couleur rougeâtre a été observé à Verviers. Il s'est dirigé du SE. au NW.

— L'INTENSITÉ LUMINEUSE DES ÉTOILES ; COMPARAISON AVEC LE SOLEIL. — Si l'on veut rapporter aux unités photométriques ordinaires l'intensité de la lumière que nous recevons d'un astre, il faut la définir par l'*éclairement* que cet astre produirait sur un écran normal aux rayons lumineux. On l'exprimera en prenant comme unité l'éclairement d'une bougie décimale à 1 mètre de distance. Les rapports des intensités des étoiles entre elles étant assez bien connus, il suffit de faire les mesures sur une seule étoile.

M. Ch. Fabry, dans une note présentée en décembre dernier à l'Académie des sciences de Paris, a rendu compte d'observations qu'il a effectuées d'après ces principes. Il a employé le même étalon secondaire qui lui avait servi dans ses mesures de photométrie solaire, dont nous avons parlé dans le n° précédent de la Revue (1). Sa teinte, identique à celle de la lumière solaire, est assez peu différente de celle des étoiles blanches pour que les mesures ne présentent aucune incertitude.

Le moyen le plus simple pour comparer la lumière d'une étoile à celle d'une source artificielle consiste à s'éloigner progressivement de celle-ci jusqu'à ce qu'elle apparaisse comme une étoile identique à celle que l'on veut mesurer. Si alors d est la distance, en mètres, à laquelle on se trouve de la source artificielle, et i son intensité lumineuse, l'éclairement produit par l'astre est $\frac{i}{d^2}$. Un dispositif facile à imaginer permet de ramener à des directions voisines les deux points lumineux et de tenir compte des pertes de lumière correspondantes.

Les mesures ont été faites sur l'étoile Véga, au voisinage du zénith. Les variations des nombres trouvés en fonction de l'état de l'atmosphère donnent lieu aux mêmes remarques que dans le cas de la lumière solaire.

M. Fabry a trouvé que l'éclairement produit par Véga au niveau de la mer, par temps clair, est identique à celui que produit une bougie décimale à 780 mètres de distance ; ou, ce qui revient au même, que cet éclairement est de 1.7×10^{-6}.

Les astronomes expriment les intensités des astres par un chiffre, appelé *grandeur*, d'autant plus élevé que l'astre est plus faible. Simple indication arbitraire autrefois, la notion de *grandeur* a pris, par suite des progrès des comparaisons photométriques, la signification précise suivante : lorsque les grandeurs de deux astres diffèrent d'une unité, le rapport de leurs intensités lumineuses est de 2.5. Admettant pour Véga la *grandeur* 0.2, le nombre qui vient d'être donné permet de calculer, en unité photométrique, l'éclairement produit par un astre de grandeur connue. On trouve ainsi, entre la

---

(1) Page 21.

grandeur g d'un astre et l'éclairement E qu'il produit, exprimé en bougie-mètre, la relation suivante :

$$E = 2.1 \times 10^{-6} (0.4)^g \qquad \text{ou} \qquad g = -14.2 - 2.5 \log E.$$

Ces formules relient la notation des astronomes avec les unités employées par les physiciens.

Comparaison avec la lumière solaire. — Comparant ces résultats avec celui que l'auteur a indiqué pour le Soleil, on trouve que la lumière que nous recevons du Soleil est 60 milliards de fois plus intense que celle de Véga (1). Ce nombre est sensiblement d'accord avec celui de Zöllner; la plupart des autres observateurs ont trouvé des chiffres plus faibles, c'est-à-dire que l'intensité de la lumière solaire a été estimée plus bas.

On peut exprimer le même résultat en calculant la *grandeur* du Soleil, définie comme celle des étoiles. On trouve ainsi le chiffre — 26.7.

Pour les étoiles dont la parallaxe est connue, on peut alors calculer le rapport de leurs *intensités absolues* avec celle du Soleil. Si g est la *grandeur* d'une étoile, et p sa parallaxe (exprimée en secondes), on trouve, pour le rapport des intensités absolues :

$$\frac{\text{Soleil}}{\text{Etoile}} = 1.1\, p^2\, (2.5)^g.$$

Le Soleil, vu d'une étoile de parallaxe p, apparaîtrait comme une étoile de grandeur $g = -0.1 - 5 \log p$.

---

(1) Ce résultat et les suivants sont indépendants des incertitudes provenant des comparaisons hétérochromes, car le même étalon secondaire a servi à toutes les mesures; ils peuvent être affectés d'une erreur systématique due à ce que l'absorption atmosphérique serait systématiquement différente la nuit et le jour. Cette cause d'erreur serait atténuée si les observations étaient faites dans une station élevée.

Les précurseurs de Copernic *(suite)*.

Ptolémée, d'Alexandrie, qui a exposé le système d'Hipparque, fut avant tout un géomètre, et il fit, en astronomie, peu de remarques originales. L'*Almageste* est essentiellement la répétition des théories d'Hipparque, avec des additions qui ne sont pas toutes des améliorations. Il commence par exposer certains points généralement admis : la Terre est sphérique et n'est qu'un simple point par rapport au ciel; sa circonférence est de 180 000 stades. Le ciel est également sphérique et tourne autour de la Terre, immobile au centre du système. Voilà en quoi il s'accorde avec Aristote; quant aux points sur lesquels il est en désaccord avec lui, sa manière de voir fut adoptée par les astronomes postérieurs, tandis que les philosophes eurent plutôt une tendance à suivre toujours Aristote.

La théorie de Ptolémée sur le mouvement de la Lune lui fit faire d'importantes découvertes, qu'il est inutile d'énumérer ici. Nous faisons allusion à cette théorie, parce qu'elle renferme une contradiction qui semble particulièrement propre à amener de nouvelles découvertes; or, cette contradiction a passé inaperçue, a été complètement négligée par Ptolémée lui-même et par ses successeurs durant des siècles. La théorie donnait la position de la Lune avec une précision satisfaisante; les apparences devaient donc la faire tenir pour exacte. Mais elle admettait qu'à certains moments la Lune était deux fois plus éloignée de la Terre qu'à d'autres; si cela avait été vrai, son diamètre apparent eût aussi été à certains moments deux fois plus grand qu'à d'autres : or, il n'en est pas ainsi.

La conclusion à tirer de là était que la théorie ne pouvait être vraie. Ptolémée ne la tira pas. Cet exemple est significatif : il montre qu'il existe une différence radicale entre la méthode moderne et celle des anciens dans les questions du

domaine des sciences physiques. En réalité, Ptolémée et ses successeurs admettaient en même temps deux théories contradictoires sur le mouvement et sur la distance de la Lune; chacune des théories remplissait les conditions d'une partie du problème et l'on ne cherchait pas à trouver une théorie unique. Cela dura jusqu'au temps de Képler, dont toute la vie se passa à rechercher les causes physiques des phénomènes observés, et qui ne se contentait pas de simples schémas analytiques au moyen desquels on put prédire les phénomènes; certes, il les recherchait, mais pour porter ensuite ses regards au delà.

Tous les anciens, sauf quelques-uns des plus grands, regardaient un problème de philosophie naturelle comme une devinette à laquelle il s'agissait de trouver une réponse; toute réponse plausible était bonne. La ferme croyance qu'il n'y a qu'une réponse et qu'il ne peut y en avoir qu'une, ne se montra que dans les temps tout à fait modernes. La science moderne est essentiellement la recherche de pareilles solutions uniques; la science antique était, en général, une hypothèse rendant compte d'un groupe de faits observés.

Transcrivons ici une page du recueil des notes de Ptolémée. Il recherchait la position de l'étoile Régulus. « La deuxième année du règne d'Antonin, le deuxième jour de Pharmonthi, le Soleil étant près de se coucher, la dernière division du Taureau étant au méridien, c'est-à-dire 5 $^1/_2$ heures équinoxiales après midi, j'observai la distance du Soleil à la Lune, celle-ci étant au 3e degré des Poissons; cette distance était de 98°8', et une demi-heure plus tard, le Soleil étant couché et le 4e degré des Gémeaux étant au méridien, Régulus était, d'après le second cercle de l'astrolabe, à 57 $^1/_2$° de longitude à l'est de la Lune. »

Des tables donnaient la position du Soleil pour ce jour de l'année; la Lune, à 5 $^1/_2$ heures après midi, était à 92°8' à l'est du Soleil; le déplacement de la Lune en une demi-

heure étant aussi donné par des tables, on connaissait sa position à 6 heures; Régulus était à ce moment à 57 1/2° à l'est de la Lune; on connaissait donc sa place par rapport au Soleil. Un recueil d'observations moderne donnerait l'année et le jour et dirait que Régulus a passé au méridien à telle heure, minute, seconde et dixième de seconde du chronomètre, dont la correction serait indiquée en secondes et centièmes. La somme de l'heure du chronomètre et de la correction donnerait la position de l'étoile. Chez Ptolémée, cette position était connue à un demi-degré prés, soit 2 minutes en temps; une observation moderne la donnerait avec une erreur qui ne dépasserait pas un dixième de seconde, c'est-à-dire avec une approximation 1 200 plus grande.

L'*Almageste* de Ptolémée est moderne par le fond, en ce sens que ses théories sont faites pour donner des résultats quantitatifs, et sont présentées comme bases générales de calculs spéciaux. Un certain nombre d'observations permettait d'exprimer numériquement le résultat que l'on voulait obtenir. Des tables permettaient aussi de calculer les positions futures des planètes, et du temps de Ptolémée les positions calculées concordèrent suffisamment bien avec les positions réelles. Puis, les instruments allèrent en se perfectionnant, et donnèrent des résultats plus précis; les positions observées ne vérifièrent plus les calculs.

Ce furent les disciples médiévaux de Ptolémée qui employèrent leur talent à améliorer sa théorie; ses tables furent supplantées successivement par les tables hakémites de Ibn Yunus (vers 1000), par les tables de Tolède, d'Arzachel (1080), par les tables alphonsines, d'Alphonse le Sage (1252), et par d'autres encore. Finalement, dans la première moitié du XVIe siècle, il devint évident que le fond même de la théorie de Ptolémée était gravement fautif; ce fut à Copernic qu'échut l'honneur d'ouvrir une voie nouvelle à la pensée scientifique, de poser une nouvelle théorie de l'univers.

Les détails de cette longue histoire que nous venons d'esquisser ne sont intéressants que pour les astronomes (1); nous ne nous occuperons ici que des grandes lignes seulement.

L'école des astronomes arabes n'ajouta rien à la théorie de Ptolémée; ils transmirent à l'Occident le texte de l'*Almageste*, en y joignant d'intelligents commentaires, et sans guère y trouver à redire, sauf Alpetragius et Geber. Les observations arabes furent très nombreuses et permirent de fixer de nouvelles valeurs, exactes, pour la constante de la précession, la longueur de l'année, l'obliquité de l'écliptique, l'excentricité de l'orbite du Soleil, et le mouvement de son apogée. L'arithmétique dont se servaient les Arabes était l'encombrante arithmétique duodécimale des Grecs; ce n'est qu'au XIe siècle que le système décimal hindou se propagea par l'Égypte en Espagne et en Europe. Si la géométrie ne fit pas de progrès marqués chez les Arabes, la trigonométrie leur doit, en revanche, de grandes améliorations.

Comme observateurs, les astronomes arabes ont eu un grand mérite; ils ont compris la nécessité de faire des observations continuelles, tandis que les Grecs se sont généralement contentés d'en faire à certains moments critiques, notamment aux solstices et aux équinoxes.

Les Arabes furent aussi les premiers à indiquer le temps exact où un phénomène se produit, ce qui est une donnée capitale. Ils mesurèrent, par exemple, la hauteur du Soleil au commencement et à la fin des éclipses solaires, pour pouvoir en déterminer la durée; c'est par la résolution d'un triangle sphérique qu'ils parvenaient à trouver exactement

---

(1) On les trouvera fort bien présentés dans diverses encyclopédies et d'autres livres de référence. Comme excellent manuel général, nous citerons BERRY, *Short history of Astronomy* (1899). GYLDÉN, dans ses *Grundlehren der Astronomie* (1877), expose d'une façon élémentaire les bases mathématiques de l'astronomie ancienne. L'*Histoire de l'Astronomie* de DELAMBRE reste la meilleure histoire générale.

l'instant du commencement et celui de la fin de l'éclipse.

Les Grecs n'employèrent jamais cette méthode, et le temps des phénomèmes mentionnés par eux est rarement connu d'une façon précise. En fait, Ptolémée n'avait aucune formule qui donnât le temps pour une hauteur déterminée du Soleil, et il est digne de remarque que la méthode arabe n'ait pas été connue en Europe avant 1457, année où Purbach l'employa pour la première fois ; on s'en servit déjà à Bagdad lors de l'éclipse solaire de 829, soit six cents ans plus tôt. Le temps des phénomènes mentionnés par Tycho-Brahé lui-même, en 1600, est rarement déterminé avec une approximation de $^1/_4$ d'heure. Les Arabes mesuraient les temps courts en comptant les battements d'un pendule.

Nous citerons ici quelques-uns des plus grands astronomes arabes.

Albategnius, prince de Syrie, florissait à la fin du IXe siècle. Il fit ses observations à Aracte (Rachah), en Mésopotamie et à Antioche, entre 878 et 918. Après avoir étudié la *Syntaxis* de Ptolémée, il se mit à corriger les erreurs du catalogue d'étoiles qu'elle donnait, en se livrant lui-même à des observations au moyen d'appareils construits d'après la description de Ptolémée. On voit que certains de ses instruments pouvaient donner la minute (1′) et étaient peut-être divisés en groupes de 2′ ou 6′. Il découvrit le changement de position de l'apogée du Soleil, mesura l'obliquité de l'écliptique, la longueur de l'année, la constante de la précession (54″), observa et calcula des éclipses solaires et lunaires et dressa de nouvelles tables des mouvements planétaires, quoiqu'il ne cherchât pas à améliorer la théorie des planètes de Ptolémée. Il fut un observateur original et inventif, un mathématicien correct, un calculateur expérimenté et soigneux; il apporta des perfectionnements marqués dans les méthodes de calcul. C'est lui qui occupe la première place dans l'école arabe. Dans sa trigonométrie,

il remplaça les cordes par les sinus et réduisit le calcul des triangles sphériques rectangles à quatre cas; il avait une règle générale pour la résolution des triangles sphériques obliques dans les deux cas suivants : 1° étant donnés a, b, c, on demande A; 2° étant donnés a, b, C, on demande c. Il connaissait la théorie des tangentes et cotangentes, quoiqu'il n'en ait fait aucune application utile; il semble enfin avoir connu quelque chose au sujet des sécantes et des cosécantes. Pour bien faire comprendre ses mérites comme observateur, il faudrait entrer dans des détails qui ne peuvent prendre place ici.

Ibn Yunus, issu d'une famille noble, fut l'astronome royal des Califes fatimites du Caire, où il construisit les tables hakémites, en 1008, d'après ses propres observations. En comparant celles-ci avec celles d'Hipparque et celles de Ptolémée, il obtint la valeur exacte des changements survenus depuis ces deux astronomes; elle était exacte pour deux raisons : d'abord, les données fournies par ses propres observations étaient très près de la vérité; ensuite, le grand nombre d'années écoulées depuis Hipparque et Ptolémée permettait une détermination précise des changements annuels. Albategnius et Ibn Yunus vivaient 800 ans après Ptolémée, tandis que celui-ci ne venait que 263 ans après Hipparque, qui n'était séparé de Timocharis que de deux siècles; les diviseurs augmentaient avec le temps (1).

« A Mishapur, dit Fitzgerald, vivait, au commencement du XIIe siècle, Omar Khayyam, qui employait son temps à

(1) Remarquons, en passant, que ce fait explique comment Copernic et Képler obtinrent si exactement la durée de la révolution des différentes planètes. Hipparque notait que, tel jour, Mars était en conjonction avec telle étoile, Sirius par exemple. Tycho-Brahé, 1700 ans plus tard, observait que Mars était de nouveau en conjonction avec Sirius tel jour, à telle heure. Durant les 17 siècles qui s'étaient écoulés, Mars avait fait environ 860 révolutions. Le temps qui sépare les deux observations, divisé par le nombre de révolutions, donnait fort exactement la durée d'une révolution.

D'autre part, la distance de Mars au Soleil n'était connue que d'une façon fort vague, même de Képler. Quant aux dimensions des planètes, on n'en connaissait rien, jusqu'à ce qu'on eût mesuré au télescope leur diamètre angulaire; Anaxagore, par exemple, croyait que le Soleil avait la même grandeur que le Péloponèse.

acquérir des connaissances de toute espèce, surtout en astronomie, où il arriva à occuper un rang distingué. Quand Malik Shah résolut de réformer le calendrier, Omar fut l'un des huit savants auxquels on s'adressa dans ce but; le résultat de leurs travaux fut le calendrier de Jalili, « une évaluation du temps, dit Gibbon, qui surpasse le style julien et approche de la précision du style grégorien ». Omar Khayyam est aussi l'auteur de tables astronomiques et d'un traité d'algèbre.

Il est intéressant de noter que les astronomes de Bagdad observaient les éclipses de Soleil en regardant l'image de l'astre dans l'eau. Ibn Yunus évalua l'obliquité de l'écliptique, en l'an 1 000, à 23°33′ (valeur réelle : 23°34′16″); il trouva comme latitude du Caire 30° (en réalité : 30°2′). Comme tous les Arabes, il adopta la théorie de l'*Almageste* sans y rien changer (1); mais ses observations étaient matériellement meilleures que celles de Ptolémée et ses résultats numériques par conséquent plus exacts. Ce que nous venons de dire de Ibn Yunus est vrai de toute l'école des astronomes arabes et maures.

Ibn Yunus connaissait les chiffres hindous 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et s'en servit à l'occasion à la place du système grec, si compliqué; il introduisit en trigonométrie les tangentes et les sécantes et les angles auxiliaires, dont on ne se servit plus en Europe jusqu'au XVIIIe siècle; pourtant, il continua à calculer les triangles au moyen de formules ne contenant que des sinus. C'est Abul-Wafa, de Bagdad (940-948), qui donna les formules relatives aux tangentes et cotangentes, sécantes et cosécantes; il dressa même des tables de tangentes, mais il ne sut pas en tirer des applications utiles, qui

(1) Remarquons, toutefois, que les théories de Ptolémée, comme les comprenaient les Arabes, étaient absolument incompatibles avec la position et l'ordre adoptés pour les diverses sphères des planètes; en conséquence, la place attribuée par Ptolémée à Mercure fut changée arbitrairement, pour lui permettre de tourner! Ce n'est pas là ce qu'on peut appeler un changement de théorie; cet exemple montre combien certains partisans de la doctrine des sphères la suivaient servilement.

étaient cependant à sa portée. Bref, la trigonométrie fut édifiée par les Arabes et la voie était toute préparée à Viète, le fondateur de la théorie actuellement adoptée.

Abul-Wafa découvrit la troisième inégalité du mouvement de la Lune; observant à un moment où la première et la deuxième inégalité, découvertes par Hipparque et Ptolémée, n'agissaient pas, il remarqua que la position de la Lune différait de 1 $^1/_4{}^\circ$ de celle que donnait le calcul. « C'est ce qui m'a fait voir, dit-il, que cette irrégularité existe d'une façon indépendante des deux premières. » Cette découverte resta inconnue en Europe pendant six siècles, jusqu'à ce que Tycho-Brahé l'eut refaite de son côté.

Alhazen, mathématicien et astronome arabe du XIe siècle, est remarquable par sa façon de traiter les problèmes de physique, en particulier celui de la réfraction. Ptolémée avait fait des expériences sur la réfraction dans le verre et dans l'eau et avait dégagé une loi d'après laquelle l'angle de réfraction est un sous-multiple de l'angle d'incidence :

$$r = \frac{1}{m} i.$$

Alhazen nia l'exactitude de ce rapport, mais la vraie loi ne fut découverte qu'en 1621, par Willebrod Snell, qui trouva la formule :

$$\sin r = \frac{1}{m} \sin i,$$

où m a une valeur particulière pour chaque substance. L'*Optique* d'Alhazen traite de l'anatomie de l'œil et de la vision et contient plusieurs propositions relatives à la physiologie de la vue; elle resta le traité classique jusqu'au temps de Roger Bacon et de Vitello (XIIIe siècle).

Les instruments astronomiques des Arabes étaient bien supérieurs à ceux des Grecs. Les califes de Bagdad et du Caire fondèrent des Observatoires et leur fournirent généreusement tout ce qui leur était nécessaire. Le petit-fils de Gengis-Khan entretint un splendide établissement de ce

genre à Meraga, près de la frontière nord-ouest de la Perse, avec Nasr-ed-Din comme astronome en chef; c'est là que l'on prépara les tables ilkhaniques. Ulugh-Beg, prince de Samarcande et petit-fils de Tamerlan, fonda, en 1420, un grand observatoire sur la colline de Kolik; cent observateurs et calculateurs y travaillaient à la fois. Albategnius, autre prince arabe, possédait, comme nous l'avons vu, d'admirables instruments. L'astronomie était favorisée par les princes et les califes et connut, par conséquent, une période de véritable splendeur.

Nous avons vu que les instruments d'Albategnius donnaient la minute et qu'ils étaient très probablement divisés en arcs de 2'. L'Observatoire de Nissapur, dans le Khorassan, avait, en 851, une énorme sphère armillaire donnant la minute. En 992, Al Chogandi monta à Bagdad un sextant d'un rayon de 60 pieds. En 1260, l'Observatoire de Meraga avait, parmi beaucoup d'autres instruments, un cercle mural d'un rayon de 12 pieds. Ulugh-Beg avait un « cadran » (peut-être une espèce de cadran solaire) de 180 pieds de rayon. Des instruments aussi colossaux rendaient possible une lecture exacte, parce que l'espace correspondant à un arc d'une minute était très grand. Avant l'invention du télescope, on ne pouvait d'ailleurs arriver à la précision qu'en employant de grands cercles, et l'école arabe devança de plusieurs siècles Tycho-Brahé dans l'emploi de ces instruments. Certains observateurs arabes employaient des pendules libres pour mesurer de courts espaces de temps, et la gnomonique, c'est-à-dire la théorie des cadrans solaires, était fort développée chez eux.

C'est le moment de décrire le système par lequel Ptolémée expliquait le monde; nous nous bornerons à exposer les deux problèmes principaux que tout système astronomique avait à considérer et nous laisserons de côté les menus détails.

Il fallait d'abord rendre compte du lever et du coucher du Soleil, de la Lune, des étoiles et des planètes, en un mot, expliquer le mouvement diurne de tous les corps célestes; en second lieu, donner une explication du mouvement des planètes parmi les étoiles, mouvement généralement dirigé de l'Ouest à l'Est, mais parfois aussi de l'Est à l'Ouest, avec des arrêts ou « stations ».

Ptolémée, nous l'avons vu plus haut, déclarait que la Terre était une sphère fixe placée au centre des cieux. La sphère qui portait les étoiles fixes était à une distance énorme de la Terre, de sorte que celle-ci n'était qu'un point par rapport au système entier; les étoiles tournaient autour de la Terre. Le phénomène du lever et du coucher des étoiles est donc expliqué d'une manière satisfaisante; Ptolémée voyait parfaitement qu'il pouvait l'être par l'hypothèse de la rotation de la Terre; mais il trouvait plus simple d'attribuer le mouvement à des corps tels que les étoiles, qui semblent être de la nature du feu, qu'à la Terre, corps solide. Le Soleil, la Lune, les planètes partagent le mouvement diurne des étoiles. On voit qu'il est impossible de concevoir le mouvement diurne de cette manière sans admettre l'existence de sphères de cristal; Ptolémée cherchait un système qui permît de calculer les phénomènes et non une explication physique basée sur des lois mécaniques.

Les problèmes qui se rapportent aux mouvements particuliers des corps célestes sont plus complexes et demandent à être examinés un peu plus en détail; il est nécessaire de décrire séparément les phénomènes observés pour chaque corps et d'adopter un système qui explique chaque phénomène et chaque apparence.

Lune. — Les faits observés, qui nous sont familiers à tous, sont les suivants : la Lune, à un certain moment, se couche à l'Ouest à l'heure du coucher du Soleil, et, chaque nuit, elle se couche un peu plus tard que la nuit précédente. Elle

se meut donc parmi les étoiles, de l'ouest à l'est, ce que chacun peut facilement vérifier. Si telle nuit, elle est près d'Orion, on la retrouve la nuit suivante à plusieurs degrés à l'est de cette constellation. Elle se couche toujours plus tard de nuit en nuit, durant tout un mois. Si tel jour elle a la même longitude qu'Orion, elle aura de nouveau la même longitude un mois plus tard environ (27 jours, ou plus exactement 27 jours 7 heures 43 minutes 11,5 secondes). En 27 jours, elle a parcouru le circuit complet du ciel, soit 360°. Ptolémée expliquait ce phénomène comme nous l'expliquons nous-mêmes, en disant que la Lune tourne suivant une orbite dont le centre est la Terre et exécute une révolution complète dans les étoiles (en partant d'une étoile et en y revenant) en 27 jours. Son mouvement est toujours dirigé de l'ouest à l'est.

Soleil. — Les phénomènes que l'on observe à propos du Soleil sont de la même nature. Si le Soleil se lève tel jour à la même heure que Sirius, le lendemain il se lèvera plus tard que cette étoile. Il a donc avancé pendant ce jour d'une quantité (1° environ) vers l'est. Le lendemain il sera arrivé à 2° à l'est de Sirius, et ainsi de suite. Après 180 jours, soit six mois, il sera arrivé à peu près à 180° à l'est de Sirius, qui sera alors au méridien à minuit. Après 365,2564 jours, le Soleil aura avancé de 360°, et se lèvera de nouveau en même temps que Sirius ; il semble donc accomplir une révolution vers l'est, parmi les étoiles, d'une étoile à la même étoile, en 365 $^1/_4$ jours. Aux différentes époques de l'année, il se trouve dans différents groupes d'étoiles ; c'est pourquoi nous voyons différentes constellations selon l'époque de l'année : Orion est visible dans les ciels d'hiver, le Scorpion en été, parce qu'ils sont distants de 180°. Ptolémée explique tous ces phénomènes en disant que le Soleil se meut autour de la Terre en une orbite circulaire, en achevant une révolution en 365 $^1/_4$ jours. Copernic, au contraire, dira que

c'est la Terre qui tourne autour du Soleil dans le même temps. Remarquons que ces deux explications rendent complètement compte de tous les phénomènes observés.

La nouvelle lune arrive quand la Terre, la Lune et le Soleil sont en ligne droite; au coucher du Soleil, elle est à l'ouest. Après 27 jours, la Lune a décrit un cercle parmi les étoiles, de l'ouest à l'est; mais en ces 27 jours, le Soleil aussi a avancé vers l'est, d'environ 27°. La Lune doit donc, pour être de nouveau sur la même droite que la Terre et le Soleil, et redevenir « nouvelle », accomplir un tour complet et quelque chose de plus : ce temps qui sépare une nouvelle lune de la suivante, c'est-à-dire le mois lunaire, est d'environ 29 $^1/_2$ jours (exactement 29 jours 12 heures 55 minutes 2,9 secondes). De même qu'il y a une différence entre la période lunaire sidérale et la période synodique, il y en a une entre l'année sidérale et l'année tropique, parce que les points équinoxiaux se déplacent par rapport aux étoiles.

Planètes supérieures. — Dans le système de Ptolémée, on supposait que Mars, Jupiter et Saturne étaient plus éloignés de la Terre que le Soleil, étaient « plus haut » que lui : c'est pourquoi on les appelait « supérieures », Mercure et Vénus étant les planètes « inférieures ».

Les phénomènes que l'on observe chez les planètes supérieures sont les suivants; prenons Mars pour exemple. Si tel jour Mars se lève en même temps que Sirius, le lendemain il se lèvera un peu plus tard que cette étoile, et ainsi de suite. La planète se meut donc vers l'est parmi les étoiles; cela dure pendant 687 jours, soit 1,88 année; alors la planète se lève de nouveau en même temps que Sirius : elle a donc décrit un circuit complet dans le ciel, d'une étoile à la même étoile, en un peu moins de deux ans. Son orbite était, croyait Ptolémée, un cercle (le *déférent*) situé autour de la Terre, comme celui du Soleil. De même Jupiter accomplit une révolution en 4 332 jours (11,85 années) et

Saturne en 10 759 jours (29,46 années). Voilà quel est, en général, le mouvement des trois planètes supérieures; seulement, il est accompagné d'irrégularités qu'il s'agit d'expliquer.

Voici, par exemple, quel est le mouvement de Jupiter parmi les étoiles pour l'année 1897 : commencé le 28 octobre 1897, il a lieu vers l'est jusqu'au 22 janvier 1898; alors il change de sens, et est dirigé vers l'ouest jusqu'au 28 mai, où il change encore de sens, et reprend sa direction vers l'est, direction qu'il garde pendant tout le reste de sa période, qui est d'environ 12 ans.

Ptolémée expliquait ces irrégularités en supposant que Jupiter tournait suivant une petite orbite circulaire, l'épicycle, une fois en 365 jours, tandis que, pendant ce temps, le centre de l'épicycle se mouvait suivant la circonférence du cercle déférent, sur lequel il exécutait une révolution complète en 12 ans environ. Lorsque, le centre de l'épicycle de Jupiter étant animé d'un mouvement direct sur le déférent, Jupiter lui-même, sur son épicycle, aura également un mouvement direct, la combinaison de ces deux mouvements sera un mouvement direct. Mais lorsque la planète aura accompli un quart de circonférence sur son épicycle, elle semblera, à un observateur placé sur la Terre, se mouvoir dans un sens rétrograde, parce que, sur son épicycle, elle ira plus vite, vers la droite ou la gauche, que le centre de l'épicycle à gauche ou à droite. Le mouvement épicyclique, combiné avec le mouvement de l'épicycle sur le déférent, produira donc d'abord le mouvement rétrograde, et ensuite, dans le dernier quart de l'épicycle, le mouvement direct de la planète dans le ciel. En donnant à l'épicycle un diamètre convenable, on peut rendre exactement compte de toutes les circonstances du mouvement apparent de Jupiter. L'explication de Ptolémée est complète et satisfaisante : le mouvement général de la planète autour du ciel en 12 ans est expliqué par le mouvement sur le défé-

rent; les rétrogradations et les stations sont expliquées par la combinaison de son mouvement épicyclique et de son mouvement général. L'explication est la même pour les deux autres planètes supérieures, Mars et Saturne.

Planètes inférieures. — Les planètes inférieures, Mercure et Vénus, se voient parfois à l'est du Soleil, parfois à l'ouest, mais sans jamais s'en éloigner de beaucoup. Nous les apercevons au coucher et au lever du Soleil comme étoiles du soir et du matin, Hesperus et Phosphorus, toujours dans le voisinage du Soleil. Ptolémée expliquait complètement leurs mouvements apparents en supposant que le centre de leur épicycle parcourait la circonférence de leur déférent en 365 $^1/_4$ jours, et que Mercure parcourait celle de son épicycle en 88 jours, Vénus en 225 jours. La grandeur de ces épicycles était calculée de manière à correspondre au plus grand éloignement du Soleil atteint par chacune des deux planètes.

Tout ce qui précède ne rend compte que des phénomènes les plus généraux que l'on observe. Quant aux irrégularités que présente le mouvement de la Lune, Ptolémée les expliquait en supposant que la Terre n'était pas exactement au centre de l'orbite lunaire, mais un peu sur le côté. Il expliquait de la même manière les irrégularités dans les mouvements du Soleil et des planètes. Tous les mouvements avaient lieu suivant des cercles; le cercle était la seule courbe « parfaite ». Mais ces cercles étaient excentriques; la Terre ne se trouvait pas exactement à leur centre.

Si Ptolémée connaissait la période de révolution des planètes, il savait peu de chose sur leur distance, et rien sur leurs dimensions réelles. Il savait que la Lune empruntait sa lumière au Soleil. Il croyait que les planètes avaient une lumière propre, comme les étoiles. L'astronomie actuelle déclare que les planètes, comme la Lune, ne brillent que

par la lumière empruntée, et que les étoiles fixes sont des soleils situés à des distances énormes.

(*A suivre.*) E.-S. HOLDEN.

Mémorandum astronomique.

MAI 1904.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Persée, Cassiopée, la Girafe, Céphée, les Ourses, le Bouvier, la Vierge et la Balance.

De l'Est à l'Ouest : L'Aigle, la Lyre, Hercule, la Grande Ourse, le Petit Lion et le Cancer.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Pégase, le Cygne, Céphée, le Dragon, la Grande Ourse, la Chevelure, le Lion et l'Hydre.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : Le Sagittaire, Ophiuchus, le Serpent, le Bouvier, la Grande Ourse, le Lynx et les Gémeaux.

OBJETS CELESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er MAI, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DESIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Nébuleuse de la Grande Ourse	11^h47^m	52°23'	Diamètre : 90".
Étoile rouge de la Vierge.	12.19	88.25	Variable (?) d'un rouge net.
Nébuleuse de la Vierge.	12.26	74 57	7' × 3'.
Id. des Lévriers.	12.45	48.16	Forme cométaire : 2 1/2' diam.
Amas de la Chevelure.	13. 7	71.14	Amas globulaire.
Nébuleuse des Lévriers.	13.10	47.22	Faible : 7' × 3'.
Id.	13.25	42.13	Faible, double, en spirale.
Amas des Lévriers . .	13.36	61. 3	Amas de 2' diam.

Le Soleil.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	3^h39^m	4^h19^m	$11^h39^m36^s1$	$19^h\ 1^m$	19^h40^m	54°14′
5	3.32	4.13	11.39. 9,8	19. 8	19.48	55.24
10	3.22	4. 4	11.38.49,9	19.16	19.57	56.47
15	3.13	3.56	11.38.44,6	19.24	20. 4	58. 2
20	3. 6	3.50	11.38.53,5	19.30	20.12	59. 9
25	2.57	3.43	11.39.15,5	19.37	20.21	60. 7
31	2.50	3.38	11.39.57,8	19.43	20.29	61. 6

Le *temps sidéral* est le 1er, à midi moyen, de $2^h35^m35^s4$. Son accroissement diurne est de 3^m55^s5.

Éphémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	−24°2	−3°9	49°0	12	−21°8	−2°7	263°6	22	−18°9	−1°5	131°3
2	−24.0	−3.8	35.8	13	−21.5	−2.6	250.4	23	−18.5	−1.4	118.1
3	−23.8	−3.7	22.6	14	−21.2	−2.4	237.1	24	−18.2	−1.3	104.8
4	−23.6	−3.6	9.4	15	−21.0	−2.3	223.9	25	−17.9	−1.2	91.6
5	−23.4	−3.4	356.1	16	−20.7	−2.2	210.7	26	−17.6	−1.0	78.4
6	−23.2	−3.3	342.9	17	−20.4	−2.1	197.4	27	−17.2	−0.9	65.1
7	−23.0	−3.2	329.7	18	−20.1	−2.0	184.2	28	−16.8	−0.8	51.9
8	−22.7	−3.1	316.5	19	−19.8	−1.9	171.0	29	−16.5	−0.7	38.7
9	−22.5	−3.0	303.2	20	−19.5	−1.7	157.8	30	−16.1	−0.6	25.4
10	−22.3	−2.9	290.0	21	−19.2	−1.6	144.5	31	−15.7	−0.4	12.2
11	−22.1	−2.8	276.8								

La Lune.

D. Q. ☾ le 7, à 11^h50^m.
N. L. ● le 15, à 10^h58^m

P. Q. ☽ le 22, à 10^h19^m.
P. L. ○ le 29, à 8^h55^m.

LONGITUDE DU TERMINATEUR DE LA LUNE A MINUIT, POUR CHAQUE JOUR DE MAI 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	+ 69°0 *s*	12	— 65°3 *s*	22	— 7°4 *m*
2	56.8	13	77.5	23	19.7
3	44.6	14	— 89.7 *s*	24	31.9
4	32.4	15	+ 78 1 *m*	25	44.1
5	20.2	16	65.8	26	56.3
6	+ 8.0	17	53.6	27	68.5
7	— 4.3	18	41.4	28	— 80.7 *m*
8	— 16.5	19	29.2	29	+ 87.0 *s*
9	28.7	20	17.0	30	74.8
10	40.9	21	+ 4.8	31	+ 62.6 *s*
11	53.1				

LES PLANÈTES.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	3h34m	+ 21°37'	10"0	0.66	4h39m	20h41m
	11	3.24	+ 18.42	12.0	0.56	4. 9	19.33
	21	3. 6	+ 14.44	11.8	0.57	3.35	18.13
Vénus .	1	1.25	+ 7.22	10.4	1.61	3.52	17.12
	11	2.12	+ 11.51	10.2	1.64	3.36	17.42
	21	2.59	+ 15.53	10.0	1.68	3.21	18.13
Mars. .	1	3. 2	+ 17.19	3.8	2.48	4.35	19.43
	11	3.32	+ 19.16	3 8	2.50	4.13	19.45
	21	4. 1	+ 20.56	3.8	2.52	3.53	19.45
Jupiter .	1	0.56	+ 4.45	31.2	5.84	3.36	16.30
	11	1. 4	+ 5.36	31.6	5.76	3 1	16. 3
	21	1.12	+ 6.24	32.2	5.67	2.25	15.35
Saturne.	1	21.32	— 15.36	15.4	10.03	1.56	11.22
	11	21.33	— 15.30	15.6	9.87	1.18	10.46
	21	21.35	— 15.27	15.8	9.70	0.39	10. 7
Uranus .	1	17.58	— 23.38	3.8	18.56	23. 9	7. 1
	16	17.57	— 23.39	3.8	18.40	22. 8	6. 0
Neptune.	1	6.16	+ 22.23	»	30.54	7.16	23.28
	16	6.18	+ 22.23	»	30.68	6.19	22.31

Aspect des Planètes.

Mercure est *étoile du soir* jusqu'au 12, date de sa conjonction inférieure avec le Soleil; elle devient ensuite *étoile du matin*. Le 11, elle sera à son nœud descendant. Le 14, elle sera à 3°15′ au Nord de la Lune. Le 21, elle atteindra son aphélie. Le 22, elle sera à 1°53′ au Sud de Vénus.

Vénus est *étoile du matin*. Le 13, elle sera à 2°13′ au Nord de la Lune.

Mars se couche vers 8 h. du soir. Le 15, elle sera à 4°49′ au Nord de la Lune. Le 30, elle sera en conjonction avec le Soleil.

Jupiter se lève vers 3 h. du matin. Le 12, elle sera à 0°44′ au Nord de la Lune.

Saturne se lève vers 1 h. du matin. Le 7, elle sera à 4°3′ au Sud de la Lune. Le 11, elle sera en quadrature avec le Soleil.

Uranus se lève vers 11 h. du soir.

Neptune se couche vers 11 h. du soir.

Occultations d'étoiles par la Lune.

8 mai, λ du Capricorne (5.4 gr.) : immersion 1^h20^m, émersion 2^h29^m.

21 — *o* du Lion (3.8 gr.) — 21. 4, — 21.30.

Éclipses des satellites de Jupiter.

Le 26 mai, disparition de III à $3^h33^m57^s$.

Les Étoiles filantes.

Aucune grande averse périodique n'a lieu en mai. On cherchera des bolides les 1er, 13, 20, 21 et 31.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Mai 3-15.	AR $= 11^h2^m$, $\delta = -10°$.	Très lents.	Mai 15.	AR $= 19^h36^m$, $\delta = 0°$.	Très rapides
Mai 7-8.	AR $= 11^h24^m$, $\delta = 27°$.	Lents, faibles et courts.	Mai 30-juin 3.	AR $= 20^h12^m$, $\delta = 24°$.	Rapides.
Mai 1.	AR $= 14^h56^m$, $\delta = 46°$.	Rapides, courts et faibles.	Mai 11-18.	AR $= 20^h56^m$, $\delta = 15°$.	Très rapides, à traînées.
Mai 1-7.	AR $= 16^h56^m$, $\delta = -21°$.	Lents et longs.	Mai-juin.	AR $= 21^h56^m$, $\delta = 48$.	Très rapides.
Mai 1-14.	AR $= 17^h28^m$, $\delta = 64°$.	Lents.	Mai 29-juin 4.	AR $= 22^h12^m$, $\delta = 27°$.	Très rapides, a traînées.
Mai 30.	AR $= 19^h20^m$, $\delta = 60°$.	Courts et lents.	Mai 2-6.	AR $= 22^h28^m$, $\delta = 12°$.	Rapides; longues traînées.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

Nº 11 : OCTOBRE 1903.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
8	Imposante éruption du Mauna-Loa. Deux courants de lave.
14	Tremblement aux environs nord et sud du Monte Junto (Portugal).
16	17·13. Phare de Stabben (île Florö, Norvège). Un peu plus fort que celui du 16 septembre. (III.)
17	18·35. Ayutla (Guerrero) Oscillatoire et court.
18	10·. Juquila (Oaxaca). Fort, trépidatoire; 4^s.
20	13·. Borge (Vestvaagö, Lofoten). (III-IV)
27	2· 1/4. La Rochelle. (IV-V.) Avec bruit.
Avant le 30	Turchiz (Khorassan). Désastre sismique : 184 fabriques de tapis détruites; nombreuses victimes.
31	17·57. Tapám ou Tapanatepeque (Oaxaca). Trépidatoire. Précédé de bruit.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

TACHES SOLAIRES. — Une grande tache est apparue, il y a quelques jours, au bord oriental du disque. Ses dimensions dépassent notablement le diamètre de la Terre, et on peut l'observer facilement à l'aide d'une jumelle garnie d'un verre rouge ; elle est accompagnée d'une autre tache plus petite. Un groupe de cinq petites taches vient de passer au centre.

— L'ANNUAIRE MÉTÉOROLOGIQUE POUR 1904, publié par les soins de M. A. Lancaster, vient de paraître. Il forme un volume in-16 de 671 pages, accompagnées de plusieurs planches, dessins et diagrammes. Voici un rapide aperçu des matières qu'il contient :

1º Éphémérides astronomiques;

2º Éphémérides météorologiques et naturelles;

3º Constantes météorologiques de Bruxelles-Uccle, par *A. Lancaster;*

4º Données météorologiques diverses (3e série), par *A. Lancaster;*

5º Comparaison entre les observations météorologiques faites simultanément à Bruxelles et à Uccle de 1886 à 1890, par *A. Lancaster;*

6º Note sur la nébulosité à Bruxelles, par *A. Bracke;*

7º Étude complémentaire sur la marche des cirrus dans les zones de haute pression, par *E. Vanderlinden;*

8° Aperçu des résultats météorologiques de l'hivernage antarctique de « la Belgica », par *H. Arctowski;*

9° Le tir contre la grêle, par *E. Vanderlinden ;*

10° Événements météorologiques anciens, par *J. Vincent ;*

11° Recueil de renseignements divers;

12° Résumé des observations météorologiques faites à Uccle pendant l'année 1903 ;

13° Le climat de la Belgique en 1902, par *A. Lancaster.*

L'article indiqué sous le 4° contient notamment des données : *a)* sur la répartition de la température, de la pluie et de la neige en Belgique ; *b)* sur la fréquence et l'intensité de la neige à Bruxelles; *c)* sur la température de la terre et le degré de fréquence du calme de l'air à Uccle; *d)* sur les victimes de la foudre et sur les aurores boréales en Belgique.

Ces quelques indications permettent de juger de la grande variété et de l'intérêt des matières contenues dans le quatrième *Annuaire* de notre Service météorologique.

— Sur la diminution de l'intensité du rayonnement solaire en 1902 et 1903. — Dès le mois de mars 1903, le physicien suisse Henri Dufour a signalé le fait que l'intensité du rayonnement solaire sur la surface terrestre avait subi, depuis un certain temps, un affaiblissement considérable. En appuyant ses conclusions sur les observations qui avaient été faites à Lausanne et à Clarens au moyen de l'actinomètre de Crova, M. Dufour trouva que l'affaiblissement de l'intensité datait du mois de décembre 1902 et qu'il avait progressé jusqu'au mois de mars 1903, pour diminuer ensuite graduellement.

L'existence d'une opacité exceptionnelle de l'atmosphère depuis plusieurs mois fut confirmée par les mesures de M. A. Gockel (1), par les observations de M. Max Wolf à Heidelberg (2), et par celles de M. S. Langley à Washington (3). Enfin, cette *diminution de l'intensité du rayonnement solaire sur la surface terrestre* a pu être constatée également à Varsovie, où, depuis le mois de décembre 1900, on fait des observations systémétriques à l'aide de l'actinomètre du système Angström-Chwolson.

Dans une communication récente à l'Académie des sciences de Paris, M. Ladislas Gorczyński cite, pour les années 1901, 1902 et 1903, les données qui servent à démontrer cette diminution, à démontrer aussi qu'une diminution plus considérable avait commencé à Varsovie au mois de mai 1902 (par conséquent avant décembre 1902) et avait persisté pendant toute une série des mois de cette année et de la suivante, atteignant son plus haut

---

(1) *Meteor. Zeitsch.*, 1903, p. 328.
(2) *Viertelj. der astron. Gesells.*, Jahrg. 38, Hft. 2.
(3) *Nature* (Londres), t. LXIX, 1903, p. 5.

degré au printemps de 1903. Vers la fin de cette dernière année, les progrès de la diminution de l'intensité, comparés à ceux de 1902, paraissent s'arrêter, bien que les valeurs absolues continuent à être basses par rapport à celle de 1901.

La cause de cette augmentation de l'opacité de l'atmosphère pour le rayonnement solaire n'est pas claire jusqu'ici. M. Dufour a rapproché ce fait des éruptions de la Martinique. Les chutes extraordinaires de poussière qui, au cours des trois dernières années, ont à plusieurs reprises été observées en Europe, se présentent aussi à l'idée comme cause possible du phénomène en question. Cependant, ce ne sont jusqu'à présent que des suppositions, dont l'exactitude ne peut pas encore être prouvée, faute de données positives plus complètes.

— VARIATIONS BRUSQUES DE LA TEMPÉRATURE DANS LES ENVIRONS DU LAC BAÏKAL. — A. Woeikof a résumé récemment dans la *Meteorologische Zeitschrift* une série de travaux relatifs à certains points de la climatologie russe. Parmi ceux-ci, il y a à signaler un mémoire de V. Schostakowicz consacré aux fluctuations rapides que la température éprouve parfois près du lac Baïkal. Sept thermographes fonctionnant actuellement au sud de cette mer intérieure, on a recueilli assez bien d'indications sur le climat de la région, encore peu connue, qui l'entoure. Les oscillations de la température y sont en certaines circonstances particulièrement remarquables. Ces phénomènes se produisent principalement de février à juin, quand la température du lac est notablement inférieure à celle de la terre ferme.

En voici quelques exemples, relevés dans une baie située au sud du lac, ainsi qu'à Perejamnaja :

BAIE (PESTSCHANAJA).				PEREJAMNAJA	
20 mai 1900.		5 juin 1902.		27 juin 1902.	
14^h45^m . .	15°8	19^h20^m . .	6°8	19^h . .	6°5
15. 0 .	26,5	19.30 . .	22,4	21 . .	22 7
15.30 .	14,3	19.34 . .	12,5	21.10 . .	14,0
15 35 . .	23,3	20. 0 . .	25,0	22.25 . .	27,8
15.50 . .	10,5	20. 4 . .	12,0	22.30 . .	6,8
16. 0 . .	26,5	20.15 . .	23,2		
17. 0 . .	8,9	20.25 . .	7,0		
17.10 . .	27,5	20.29 . .	18,3		
		20 30 . .	9,0		
26 mai 1901.		2[illegible] juin 1902.			
14^h50^m . .	11°6	$16^h 0^m$ . .	18°3		
15. 0 . .	19,9	16.10 . .	6,0		
16. 0 . .	20,4	16.30 . .	13,3		
16. 1 . .	2,1	16.35 . .	5.8		
		16.50 . .	19,3		

Les sauts des 26 mai et 20 juin ont probablement été provoqués par un changement dans la direction du vent. Le vent est tantôt froid, tantôt chaud, suivant qu'il est originaire du lac ou de la terre. C'est ce que montrent, du reste, les observations suivantes, effectuées le 9 juin 1901 à Goloustnaja, station munie d'un hygrographe et d'un anémographe, et distante de 40 kilomètres de la baie citée plus haut :

9 JUIN 1901.

	Température.	Humidité relative.	Vent.
13h59m. .	11°5	62	SSW. 10 m. par seconde.
14 . .	27,0	25	NNW. 20 m. —
16.55 . .	27,7	23	NNW. 20 m. —
17 . .	10,1	67	SSW. 10 m. —

Les vents continentaux chauds alternent donc en des espaces de temps très courts avec les vents marins froids. A cette même date (9 juin 1901), une variation thermique analogue avait été enregistrée dans la baie, mais la hausse s'y produisit une demi-heure plus tôt et la baisse une heure plus tard. La température avait atteint 29°5.

Ces vents continentaux constituent un véritable föhn, comme le font voir très bien les cas des 5 et 27 juin, attendu que le maximum de température se produisit après le coucher du Soleil.

Dans la baie, on a installé deux thermographes placés l'un à 45 mètres au-dessus du niveau du lac et l'autre à 115 mètres. Les indications données plus haut ont été fournies par le premier. A ces deux niveaux la température est quelquefois très différente Ainsi, au moment de la variation brusque enregistrée le 20 juin 1902 à 45 mètres, les conditions thermiques furent tout autres à 115 mètres. La température y passa lentement de 16°5 (13 h.) à 17°9 (16 h.) et descendit à 17°5 à 16 h 50m. Pendant que soufflaient les vents chauds, la température était à peu près égale en haut et en bas ; au contraire, sous l'influence des vents froids, le thermographe inférieur accusait une température de 11° plus basse que celle enregistrée par l'autre instrument.

En janvier et en mars, des variations brusques se produisent tantôt en haut, tantôt en bas. Voici à ce sujet quelques indications :

	45 m.	115 m.
23 janvier 1901 :		
10h30m	— 10°0	— 22°5
10.35	— 20,4	— 22,0
8 janvier 1902 :		
11h30m	— 12,4	— 14,9
11.45	— 12,4	— 7,1
12. 0	— 12,4	— 14,1
13 25	— 11,4	— 3,0
14.30	— 11,3	— 12,6
15. 0	— 11,8	— 2,0
15. 1	— 11,3	— 12,1

7 mars 1902 :	45 m.	115 m.
15h30m	3,5	— 1,2
16.10	— 8,2	1,9
17.28	2,5	0,9
18. 0	— 7,6	1,2

Empruntons encore à un travail de Schostakowicz quelques renseignements sur l'épaisseur qu'atteint en hiver la glace sur certains cours d'eau de la Sibérie orientale. Elle est particulièrement épaisse dans la toundra de l'extrême nord. Ainsi on a mesuré, au cours de trois hivers successifs, à Russkoe Ustje sur l'Indigirka, par 71° de lat. N. : 235, 230, 235 cm.; à Bulun, sur la Léna, par 70 3/4° de lat. N. : 205 et 215 cm. A Ekaterinskoe, par 50 1/2° de lat. N. : 250 cm. L'épaisseur de la glace est soumise à des variations assez considérables déterminées par la présence d'une plus ou moins grande quantité de neige. En général, l'épaisseur de la glace est en raison inverse de l'épaisseur de la couche de neige.

— L'EAU DÉPOSÉE PAR LES NUAGES AU SOMMET DE LA MONTAGNE DE LA TABLE (COLONIE DU CAP). — Au point de vue climatérique, la pointe sud-ouest de l'Afrique méridionale se distingue par un hiver pluvieux et un été particulièrement sec. Le total annuel de pluie y atteint en moyenne 710 millimètres, dont seulement 8 p. c. tombent pendant les trois mois d'été (décembre à février). Souvent deux mois consécutifs de cette saison se passent sans qu'on recueille une goutte d'eau. Ces conditions de milieu spéciales expliquent le caractère xérophile des végétaux qui peuplent cette région. Les plantes rabougries, à feuillage réduit et coriace (Sclérophylles), par conséquent aptes à supporter un climat sec, se remarquent principalement sur les parties inférieures des versants montagneux, tels que la montagne de la Table. Mais, chose curieuse, le sommet de cette montagne est recouvert d'une végétation luxuriante et touffue. Quelle peut bien être la cause de cette anomalie? R. Marloth s'est occupé de la solution de cette question, et il donne le résultat de ses investigations dans un travail paru tout récemment (1).

Il est hors de doute que la richesse végétale du sommet de la montagne est impossible sans un supplément d'eau que ne reçoivent pas les parties situées à un niveau inférieur. D'après les observations de Marloth, cette ration supplémentaire est fournie par les nuages qui, pendant l'été et par vent de SE, enveloppent parfois pendant une assez longue période les parties les plus élevées des montagnes de cette contrée. Les gouttelettes des

---

(1) *Results of experiments on Table mountain for ascertaining the amount of moisture deposited from the south-east clouds* (TRANSACT. OF THE SOUTH AFRICAN PHILOS. SOC., vol. XIV, part 4, p. 403).

nuages se déposent principalement sur les organes des végétaux, et la quantité d'eau fournie de cette manière est très importante, comme on va le voir.

Pour s'en assurer, Marloth a placé deux pluviomètres sur le plateau supérieur de la montagne de la Table. Ces instruments étaient formés d'une bouteille enterrée partiellement et surmontée d'un entonnoir dont l'ouverture, d'un diamètre de 12 centimètres environ, dépassait de quelques centimètres le niveau du sol. L'entonnoir d'un des pluviomètres (B) était surmonté d'un faisceau de quelques tiges de graminées, d'un pied de hauteur, placées verticalement et maintenues dans cette position au moyen d'un disque troué et fixé à quatre tiges métalliques ajustées sur le récipient. Ce dispositif était destiné à montrer avec quelle abondance l'eau des nuages se dépose à la surface des végétaux.

Voici, en millimètres, les quantités d'eau reçues par ces deux pluviomètres.

PERIODE.	Pluviomètre simple.	Pluviomètre B.		Différence.
21 décembre 1902-1 janvier 1903 .	0.0	386.6		386.6
1-11 janvier 1903	0.0	371.8		371.8
11-18 —	26.4	423 2	(a débordé)	396 8
18 janvier-1 février.	89 1	423 2	(id.)	334 1
1-15 février	10.4	423.2	(id.)	412 8
Total. . .	125 9	2028 0		1902 1

L'énorme différence de ces deux totaux montre clairement combien, dans le cas actuel, les végétaux ont pu accaparer l'eau des nuages. Cette propriété est importante, puisque par son intervention les parties culminantes de la montagne n'ont plus un climat de région sèche, mais bien d'une région marécageuse. Ce marais est permanent en hiver, tandis qu'en été il se dessèche quand le ciel est découvert. Mais dès que les nuages enveloppent la montagne les végétaux récupèrent l'eau perdue. La végétation y est donc dans des conditions favorables. Ce fait est intéressant à signaler, tant au point de vue de la biologie que de la climatologie. Il nous fournit en effet un exemple curieux de mutualisme entre le climat d'une région et sa flore, car l'existence de la végétation luxuriante du sommet de la Table est assurée grâce à certains facteurs climatériques à la genèse desquels cette même végétation contribue pour une large part.

V. D. L.

Les précurseurs de Copernic. *(Suite.)*

Ptolémée résolut le problème de l'Univers en expliquant séparément celui du mouvement de chaque planète et en assemblant les diverses solutions; il ne chercha jamais, semble-t-il, une loi unique s'appliquant à tous les cas. Pourtant, une telle loi s'impose d'elle-même. Les rayons des épicycles des planètes supérieures sont toujours parallèles à la ligne qui joint la Terre et le Soleil; les déférents de Mercure et de Vénus étaient en réalité identiques à l'orbite du Soleil. Il semble que des lois si évidentes ne pouvaient échapper à un géomètre tel que Ptolémée, et pourtant, rien n'indique qu'il ait jamais tenté une généralisation de ce genre; il en fut de même de tous ses successeurs jusqu'au temps de Copernic. Chaque cas était traité à part, et lorsque chacun d'eux était résolu, l'explication était tenue pour complète. Quatorze siècles s'écoulèrent avant que l'on procédât à une généralisation qui est réellement simple à faire, si simple même qu'elle saute aux yeux.

La théorie élaborée par Ptolémée pour expliquer le système du monde rendait compte de tous les faits connus de lui. Mais, avec le temps, les observateurs assidus qu'étaient les Arabes découvrirent de nouvelles irrégularités dans les mouvements de la Lune et des planètes. Pour expliquer chacune d'elles, on dut avoir recours à de nouveaux épicycles, et les commentateurs de Ptolémée, ajoutant révolution à révolution, orbite à orbite, arrivèrent à un total de soixante sphères. Le système s'éloigna de plus en plus de sa simplicité première, à mesure qu'il fallut expliquer de nouveaux faits, et il se transforma en un enchevêtrement de cas spéciaux, en un tissu de particularités. Jamais on ne le réfuta : il tomba de son propre poids. L'hypothèse héliocentrique de Copernic expliquait tous ces faits d'une façon si simple, si convaincante, qu'elle ne tarda pas à être

adoptée par tous ceux qui l'examinèrent avec compétence. La simplicité d'une hypothèse n'est pas d'ailleurs une preuve évidente de sa vérité, et la complication de certaines théories modernes ne prouve pas qu'elles soient fausses.

Il est rare qu'un profane comprenne l'attitude de l'homme de science vis-à-vis des « théories », comme on dit parfois avec un certain mépris (théorie, dans le langage populaire, est synonyme d'opinion; on dit « sa théorie », comme on dirait « son opinion »). Qu'il me soit permis de poser une question : quand une science est-elle parfaite? Lorsqu'elle permet, dès maintenant, de prédire exactement les circonstances qui accompagneront un phénomène qui doit se produire, aussi exactement qu'on pourra les observer au moment même où le phénomène se produira. La théorie des passages de Vénus devant le disque solaire est parfaite; nous pouvons décrire entièrement le prochain passage, qui aura lieu en 2004, presque aussi bien que les astronomes de cette époque pourront l'observer. La théorie du mouvement de Neptune est si bien connue, que la position de la planète en 1999 peut être donnée dès maintenant à peu près telle qu'on l'observera en cette année. D'autre part, la théorie de la circulation de la sève dans les plantes est loin d'être parfaite; nous comprenons fort bien les lois générales qui la régissent, mais il nous est absolument impossible, actuellement, de dire d'avance comment elle aura lieu pour telle plante, en telle saison. La théorie de la grêle, de l'éclair, de l'aurore polaire et bien d'autres sont dans le même cas.

Il va de soi que si nos instruments et nos méthodes d'observation viennent, à un moment donné, à recevoir un perfectionnement sensible, la science à laquelle ils se rapportent cessera d'être parfaite, comme elle l'était auparavant. Tycho-Brahé observait la longitude des étoiles à l'œil nu; or, il est impossible, nous le savons, de donner de cette façon les fractions de minute; c'est la constitution de l'œil qui s'y oppose. Lorsque l'on eut inventé le télescope et

qu'on l'eut pourvu d'un micromètre, il fut possible de déterminer la position d'une étoile à une seconde près environ. L'exactitude d'observation de Tycho, parfaite à son époque, laquelle ne pouvait lui fournir des moyens plus perfectionnés, n'était plus qu'une grossière approximation au temps de Bradley, astronome royal d'Angleterre en 1750, dont les mesures étaient au moins 60 fois plus délicates ($1' = 60''$). Des exemples de ce genre montrent comment se conservent les théories. Actuellement, on peut se servir de certaines mesures, qui sont suffisamment délicates; lorsque l'on peut prédire les phénomènes aussi bien qu'on peut les observer, la science est provisoirement parfaite; mais dès que les mesures deviennent plus délicates, on est obligé d'adopter de nouveaux points de comparaison. A la fin du XIXe siècle, on comprenait fort bien le mouvement ondulatoire, jusqu'au moment où vinrent les rayons X, qui refusèrent, tout d'abord, de se laisser réfléchir, réfracter ou polariser.

Aujourd'hui, nous en sommes arrivés à tolérer les opinions avec la plus grande patience; nous nous disons : ces théories, qui nous semblent actuellement si peu fondées, peuvent arriver à quelque chose, comme bien d'autres l'ont fait dans le passé. A quoi devons-nous d'avoir acquis cette qualité de tolérance? Tout simplement à l'expérience des siècles : il nous est arrivé si souvent de voir l'impossible devenir plausible, puis chose démontrée, et enfin entrer dans la pratique!

Serait-il juste de s'attendre à trouver chez les docteurs du moyen âge cette même disposition d'esprit dans laquelle nous sommes, et qui est le produit de plusieurs siècles d'expérience? Galilée fut un grand physicien : lui-même ne mettrait-il pas un certain temps à accepter votre théorie enchevêtrée de la constitution de la matière, avec son éther, ses molécules, ses atomes, ses demi-atomes électrisés et non électrisés, ses ions, sa dissociation, sa radio-activité,

et que sais-je encore? Des siècles d'expérience nous ont appris à tenir les théories pour peu de chose, même si nous nous en servons actuellement pour interpréter les phénomènes. Quel est le physicien qui doute que notre théorie de l'électricité ait besoin d'une revision complète? Et pourtant, qui hésite à l'employer là où elle peut servir à atteindre un but temporaire, et tout en prévoyant de nouvelles interprétations dans l'avenir?

Dans des études comme celle-ci, il est très important de reconstituer l'état d'esprit des personnages qu'on étudie et du milieu où ils ont vécu; les seuls éléments que l'on ait pour cela sont les livres qu'ils nous ont laissés.

La principale difficulté est d'interpréter les mots dans le sens qu'on leur attribuait dans le passé; ce serait très souvent un contresens grossier que de leur donner celui que nous y attachons. « Faites à autrui ce que vous voudriez qu'il vous fût fait », tel est le précepte d'or qui a été donné, à peu près dans les mêmes termes, par Aristote, par le Christ et par Confucius, et pourtant, par « autrui », le Christ entendait tous les hommes, Aristote voulait dire tous les hommes libres de la Grèce, non leurs esclaves, et Confucius désignait par là les hommes vertueux de son pays, en excluant tous les méchants et les étrangers. Si nous pensons au sens qu'avaient les mots « citoyen », « honneur », « devoir », dans l'ancienne Rome, sous le Bas-Empire, à Constantinople, dans les villes libres d'Italie, dans l'Angleterre du moyen-âge, nous comprendrons quels pièges cachent des mots dont le sens paraît évident.

En comparant le point de vue de différentes époques avec le nôtre, nous tombons de surprise en surprise. Le manque de critique des hommes du XIIIe siècle en face des prodiges nous laisse réellement stupéfaits; notre pensée semble en avance de nombreux siècles sur la leur.

D'autre part, nous rencontrons souvent dans le passé une conception qui a réellement un caractère moderne.

En voici un exemple pris dans la littérature : on serait tenté d'attribuer cette pensée, *Le caractère d'un homme est son destin*, à un homme du XIXe siècle, à Taine ou à Stendhal, si l'on ne savait qu'elle a été écrite par Héraclite au Ve siècle avant notre ère. De même, certaines méthodes d'Hipparque, d'Archimède et de Roger Bacon sont si « modernes », qu'elles produisent en nous, quand nous les rencontrons, un sentiment de surprise et de plaisir. D'autre part, nous ne sommes pas moins étonnés de voir qu'ils n'arrivent pas à certaines conclusions qui nous paraissent évidentes. Pour représenter d'une manière concrète les différences et les ressemblances qui peuvent exister entre les âges passés et le nôtre, nous pourrions procéder ainsi : supposons qu'un de nos contemporains, entièrement développé, ait guidé ses sympathies et son intelligence de manière à avoir des débouchés dans les directions suivantes :

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z.

Toutefois, il est possible que certains de ces débouchés soient absents ou presque fermés, E et O par exemple. Nous pouvons supposer que l'homme du XVIIIe siècle avait moins de débouchés, et celui du XIIIe siècle encore moins; mais l'intensité et la délicatesse de leurs sympathies peuvent avoir été plus grandes dans certaines directions que chez nous. Les dispositions du XIIIe siècle vis-à-vis de la religion, et du XIVe vis-à-vis de l'art, par exemple, étaient différentes des nôtres, non seulement en intensité, mais aussi en qualité. Si nous voulons représenter les différences entre notre époque, celle de saint Thomas d'Aquin et celle de Newton, nous pourrons dresser la table suivante :

XXe siècle : A, B, C, D, —, F, G, H, I, J, K, L, M, N, —, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z.

XIIIe siècle : a, b, c, d, e, f, g, h, i, —, —, —, m, n.

XVIIIe siècle : *a*, *b*, —, —, —, —, *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, *r*.

Si nous établissons une comparaison entre le XIIIe siècle et le nôtre sur les points A, B, C et D, nous pourrons trouver que leurs conceptions a, b, c, d ressemblent singulièrement aux nôtres; la même chose peut se produire si l'on compare les points G, H, I et g, h, i. Mais si, par hasard, il nous arrive de comparer leur conception *e* avec notre absence de conception, ou nos points X, Y, Z avec les lacunes qui y correspondent chez eux, nous nous étonnons de la différence. Cet exemple concret peut servir à éclaircir les idées au sujet d'une chose qu'il est facile d'expliquer en mots, mais que l'on perd trop facilement de vue dans la pratique. Il est de toute nécessité d'admettre l'existence de lacunes dans l'expérience des siècles passés et aussi, à propos de sujets fondamentaux, la présence d'idées remarquablement différentes des nôtres en intensité et en qualité. L'expérience du XIIIe siècle fut transmise de proche en proche aux âges suivants; les siècles voisins pouvaient la comprendre; les mots continuaient à avoir, au XIVe siècle, à peu près la même signification qu'au siècle précédent. Mais à mesure que les idées changèrent, les signes qui les représentaient changèrent avec elles, et nous devons être constamment sur nos gardes, afin de ne pas admettre une forme employée, il y a longtemps, en lui donnant un sens qu'elle a eu plus tard.

Voyez, par exemple, le sens qu'avait le mot *astrologie* pour Roger Bacon et celui qu'il a pour nous. Bacon ne voyait aucune difficulté à concilier l'influence fatidique des étoiles et la croyance au salut des hommes de bonne volonté. Les mots avaient des significations différentes pour lui et pour nous. Son esprit ne découvrait aucun conflit entre sa religion et sa science. Sa religion, celle du XIIIe siè-

cle, est en conflit marqué avec notre science, celle du XXe siècle. Et Bacon n'est qu'un exemple entre mille que l'on pourrait citer.

Dans ce qui suit, nous dirons quelques mots des idées énoncées par Roger Bacon, et qui forment la production la plus élevée du XIIIe siècle. Son *Opus majus* a été, il y a quelques années, admirablement édité par Bridges (1897). Bacon s'y peint tout entier, et nous trouvons là ce qu'il faut pour comprendre son siècle. C'est pourquoi, en vue de décorer, pour ainsi dire, le fond sur lequel se projettera la figure de Copernic, j'ai cité ici quelques propositions de Bacon; j'en ai surtout choisi qui ont trait à la science, dans laquelle il était fort avancé; mais je cite assez de ses idées philosophiques, théologiques et morales pour qu'il soit facile de porter un jugement sur son époque. Ces extraits montrent ce qui était possible à un homme du XIIIe siècle, et Bacon n'était pas un cas isolé; il est le représentant d'un esprit qui était actif et répandu et qui ne resta pas stérile; cet esprit forma la pensée scientifique des siècles qui suivirent. Voici des extraits du sommaire que donne Bridges :

OPUS MAJUS. — Les quatre causes générales de l'ignorance humaine sont : 1° la sujétion à une autorité indigne; 2° l'habitude; 3° les préjugés populaires; 4° une fausse conception de notre propre sagesse. Les préjugés populaires sont une puissante cause d'erreur : il ne faut pas jeter des perles devant les porcs. Aristote, le plus sage des philosophes, n'était pas parfait. Avicenne voit où Aristote fait erreur; Averroès corrige Avicenne. On trouve des erreurs chez les pères de l'Église. Par l'habitude de discuter l'opinion reçue, nous cessons d'être ses esclaves. Le meilleur de la pensée grecque n'était pas connu des pères latins. L'Église primitive ne fit pas usage de la science grecque; il en fut de même de l'époque de Bacon, mais elle avait pour elle une bonne excuse.

Rapports entre la philosophie et la théologie. — La raison vient de Dieu; la philosophie est donc divine; elle n'est pas une invention de peuples païens. Le rôle de la philosophie est de fournir un critérium de la connaissance. Toute philosophie spéculative a comme fin et comme but la philosophie morale.

Linguistique. — Le caractère d'une langue ne peut être parfaitement reproduit dans une autre. Le latin manque de beaucoup de mots importants. Un traducteur doit posséder parfaitement non seulement le sujet, mais aussi les deux langues sur lesquelles il travaille; les traducteurs d'Aristote n'ont pas rempli ces conditions; il est même resté quelques erreurs dans la Vulgate. On devrait étudier l'hébreu, le chaldéen, le latin, le grec (et l'arabe).

Mathématiques. — Elles sont la clé de toutes les sciences. D'elles dépendent l'astronomie, et les choses terrestres aussi, puisqu'elles sont régies par les choses célestes.

Les rayons qui émanent d'un point, dans toutes les directions, en nombre infini, se terminent sur la surface concave d'une sphère. C'est de la même manière que se propagent la lumière et d'autres forces. Les principes qui viennent d'être énoncés, et d'autres, semblables à ceux-là, doivent former la base de l'explication de toutes les actions naturelles, les éclipses, par exemple. La Lune et les planètes ont une lumière propre. Suit une discussion sur la réfraction et l'explication des variations de température dans les différentes parties du globe et durant les diverses saisons.

Les émanations des étoiles affectent non seulement le climat, mais aussi le caractère, en imprimant sur l'enfant qui vient de naître une tendance au bien ou au mal, que peuvent modifier la volonté, qui est libre, la grâce de Dieu, les tentations du démon et l'éducation. Le tempérament est un résultat de l'influence des astres.

La théorie de la radiation des forces s'applique aux marées, qui sont évidemment régies par la Lune. On n'a pas encore expliqué pourquoi il y a une marée dans l'hémisphère opposé à la Lune.

Des raisons géométriques font admettre que l'univers affecte une forme sphérique. L'eau, l'air et le feu, qui entourent la Terre en couches concentriques, ont la même forme (la sphère du feu n'est pas lumineuse, et est invisible).

Dans un corps qui tombe vers le centre de la Terre, il se produit une pression qui développe de la chaleur; l'expérimentation le montre parfaitement.

Application des mathématiques à des sujets sacrés. — L'astronomie montre combien insignifiante est la Terre par rapport aux cieux. La plus petite des étoiles est plus grande qne la Terre. La chronologie dépend de l'astronomie. Suit une discussion sur les périodes lunaires.

L'arc-en-ciel est produit par les rayons solaires, qui frappent les gouttes de pluie et sont réfractés et réfléchis par elles.

Un degré en latitude vaut 56 milles (1). Le rayon de la Terre est de 3 250 milles; la distance de la Terre à la sphère des étoiles est, d'après Alfagranus, de 130715 000 milles. Roger Bacon donne aussi les distances des planètes : Saturne est à une distance de 65 357 000 milles (en réalité, 886000000) et la Lune, à 208 541 (en réalité, 238 840).

Le nombre des étoiles cataloguées est de 1 022; les plus grandes sont 107 fois aussi grandes que la Terre, les plus petites, 18 fois. Outre celles-ci, il existe un nombre infini d'autres étoiles.

Astrologie. — Roger Bacon l'examine d'abord (voir plus loin) dans ses rapports avec les affaires ecclésiastiques. Le christianisme est associé aux conjonctions de Jupiter et de Mercure, et l'extinction des religions, à celles de Jupiter et Saturne avec la Lune.

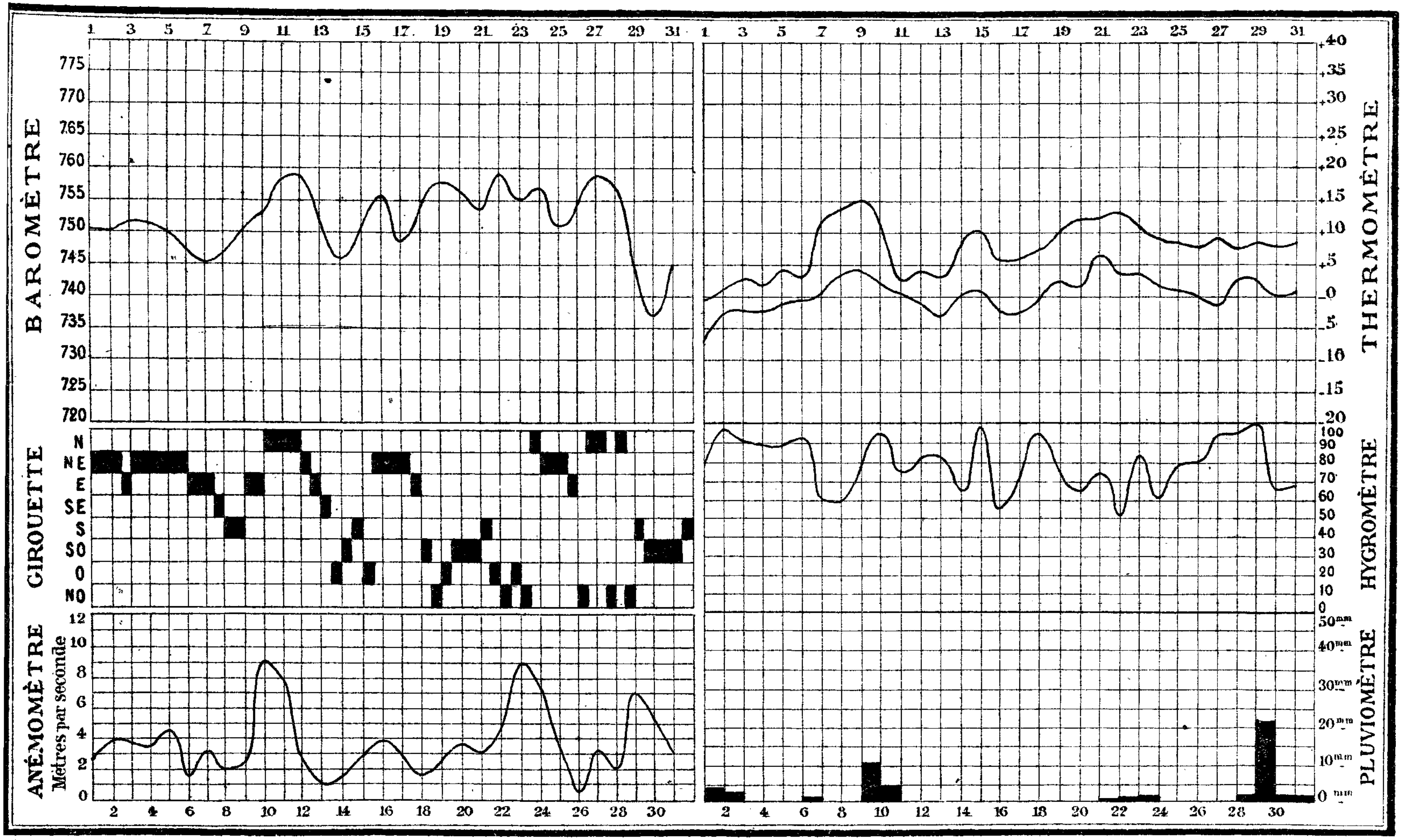
(1) 1 mille = 1609 mètres.

Calendrier. — Dans sa discussion, Roger Bacon fait ressortir qu'à son époque, il contenait des erreurs si grandes que les astronomes juifs et arabes le couvraient de ridicule.

Géographie. — Cette science fait l'objet d'un examen approfondi. La largeur de l'océan qui sépare l'Espagne de l'Inde est peu considérable. Les sept climats de Ptolémée.

Astrologie. — On peut dire que le Soleil prend autant de part à la procréation de l'enfant que le père ou la mère. Chaque partie du corps est sous l'influence d'une constellation particulière. La connaissance de ce fait a évidemment une grande importance pour la médecine. La comète de 1264 est due à Mars; elle avait une relation avec les guerres de cette année.

Optique. — Organes de la vision, psychiques et cérébraux. Les organes de l'âme sensitive sont dans le cerveau. Division tripartite du cerveau. Le cœur est le siège de la vie. C'est le cerveau qui reçoit le premier les impressions. Nerfs. Anatomie de l'œil; ses humeurs; fonction de la vision; la vision est le résultat de la radiation; elle ne s'achève pas dans l'œil, mais dans le cerveau. La matière est divisible à l'infini; un grain de millet peut être divisé autant de fois que le diamètre du monde. Théorie de la couleur; conditions de la vision. La lumière a besoin de temps pour se propager; images doubles; radiations partant de l'objet et de l'œil; perception. La Voie lactée est composée d'une multitude de petites étoiles. Les étoiles filantes sont probablement des corps de faible grandeur, qui semblent allongés à cause de la vision persistante. Phases de la Lune. La surface des cieux est sphérique. Illusions au sujet du mouvement relatif. Scintillement des étoiles. Les animaux passent par une suite de processus mentaux qui ressemble à un raisonnement syllogistique, mais ils ne peuvent la mettre en figure logique. Ils ont une provision d'impres-



N. B._ La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

sions mentales; ils savent généraliser et tirer des conclusions.

Lumière réfléchie. — L'angle d'incidence et l'angle de réflexion sont égaux, que le miroir soit plan ou sphérique. Miroirs; illusions d'optique; couleur; réfraction; on peut, par la réfraction, produire de grandes merveilles; de petits objets peuvent sembler grands, des choses éloignées peuvent sembler rapprochées.

Philosophie morale. — Moralité civique; moralité personnelle; nous devons suivre fermement notre chemin, sans nous en laisser détourner par les coups de vent variables de l'opinion. Preuve de la vérité de la religion chrétienne. La révélation est nécessaire. Il ne suffit pas que la raison soit convaincue en cette matière : le cœur doit être touché. Si nous sommes unis à Dieu et au Christ, à quel plus grand bien pouvons-nous aspirer?

(*La fin au prochain n°.*) E.-S. HOLDEN.

Revue climatologique mensuelle.

MARS 1904.

La marche de la température a été assez variable en mars dernier, mais sans présenter, toutefois, de fluctuations très marquées. En voici les principales caractéristiques :

PÉRIODES.	TEMPÉRATURE en mars 1904.	normale.	Différence.
1er au 6	— 0°1	4°5	— 4°6
7 au 10	8,2	5,7	+ 2,5
11 au 18	2,8	4,9	— 2,1
19 au 23	7,8	5,1	+ 2,7
24 au 31	4,7	6,1	— 1,4

L'ensemble du mois a été trop froid de 1°0.

Le maximum absolu, 15°2 à Uccle, a eu lieu le 8; le minimum absolu, —7°0, le 1er. Ce minimum doit être ratta-

ché à la période de fortes gelées de la fin de février. La plus basse température observée ensuite a été de —2°9, le 13 mars.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi	751,9mm	752,0mm
— — — la plus élevée.	762,4	. .
— — — — basse.	743,0	. .
Température moyenne du mois.	5°2	4°2
— — la plus élevée	8,6	. .
— — — basse	— 1,3	. .
Maximum thermométrique absolu	21,7	15°2
Minimum — —	—13,0	— 7,0
Nombre de jours de gelée	10	12
— maximum de jours de gelée	22	. .
— minimum —	0	. .
Heures de Soleil (total observé)	139	66
— — (total possible)	365	. .
Vents dominants (proportion sur 100).	SW(26), W(17), E (13), S (11)	NE (26), E (16) N(15), SW (12)
Vitesse moyenne du vent	5,2m	3,8m
Humidité à midi	72,7	79,5
Évaporation moyenne d'un jour	1,6mm	1,2mm
— totale du mois	49	38
Hauteur de pluie tombée	39	44
— de neige —	9	9
— totale d'eau —	48	53
— maximum —	133	. .
— minimum —	5	. .
Nombre de jours d'eau recueillie	17	13
— de pluie	15	17
— de neige	6	4
— de grêle	1,6	0
— de tonnerre	0,6	0
— de brouillard	6	10
— couverts	3,1	1
— sereins	1,2	0
Nébulosité moyenne	6,9	8,4

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

LOCALITÉS.	Plus basse température.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	— 4°1	8
Ostende (phare)	— 4,7	11
Furnes	— 3,2	13
Ypres	— 5,4	13
Iseghem	— 4,8	11
Somergem	— 6,3	11
Gand	— 5,6	10
Tournai	— 6,0	11
Paturages	— 6,6	15
Bruxelles (Jardin botanique)	— 6,0	11
Bruxelles (Nouv.-Marché-aux-Grains)	— 5,2	6
Uccle (Observatoire)	— 7,0	12
Anvers	— 5,4	8
Bourg-Léopold	— 7,8	15
Maeseyck	— 4,6	11
Goyer	— 7,0	13
Cointe (Liége)	— 6,2	10
Tilff	— 7,3	16
Huy (Statte)	— 8,6	16
Huy	— 7,0	13
Gembloux	— 9,2	14
Namur	— 6,3	10
Maredsous	— 8,1	18
Florennes	— 9,0	19
Verviers (ville)	— 8,0	13
Verviers (tir)	— 8,8	15
Spa	—12,0	16
Barrage de la Gileppe	—14,0	15
Hestreux	—10,5	15
Baraque Michel	—13,0	27
Hockai	—14,1	24
Stavelot	—10,0	18
Saint-Roch	—11,0	16
Ville-du-Bois	—11,2	18
Bernistap	—14,0	21
Laroche	—11,8	17
Bastogne	—11,1	21
Libramont	—10,5	21
Carlsbourg	—11,1	20
Arlon	— 7,9	17
Etalle	— 8,3	19

Au nord de la province de Namur (Namur, Gembloux) et à la limite ouest de la province de Liége (Huy), le minimum du mois a été noté le 3; partout ailleurs, le 1er.

Dans la basse Belgique, ce minimum a été compris entre —3° et —6°; dans la moyenne Belgique, entre —7° et —9°; dans la haute Belgique, entre —8° et —14°.

En Campine, on a constaté près de —8° (à Beverloo, —7°8).

Les jours de gelée ont été au nombre de 11 dans la partie basse du pays; de 16 à 18 dans la partie moyenne et en certains points de la partie haute; de 22, enfin, sur les sommets de l'Ardenne.

La pluie et la neige sont tombées en quantités normales dans la plupart des stations. Il n'y a pas eu d'eau mesurable du 11 au 20.

Des pluies très abondantes ont marqué les journées des 9 et 29 dans certaines régions : le 9, à l'ouest du territoire; le 29, au sud et principalement au sud-est.

Le 9.	mm	*Le* 29.	mm
Bruges	21,0	Tournai	24,0
Pollinchove	29,0	Mont-sur-Marchienne	22,8
Ypres	22,8	Charleroi	22,5
Mouscron	31,5	Luttre	29,0
Leers (Nord)	33,0	Boitsfort	25,7
Kain	22,0	Uccle	22,1
Espierres	28,0	Bruxelles	22,1
Autryve	25,0	Florennes	27,0
Tournai	30,4	Spontin	22,4
Antoing	22,0	Assesse	24,0
Audenarde	23,0	Carlsbourg	30,8
Grammont	23,2	Libramont	27,2
Semmerzaeke	24,0	Arlon	39,0
Gand	33,5		
Deynze	22,9		

Les jours de neige ont été au nombre de 3 à 11 suivant les régions :

3	jours	à Ostende et à Ledeberg;
4	—	à Iseghem, Somergem et Uccle;
6	—	à Tournai et à Étalle;
7	—	à Huy-Statte, Spontin et Bourcy (près de Bastogne);
8	—	à Florennes, Stembert (Verviers), Hestreux, Bastogne et Arlon;
9	—	à Mont-sur-Marchienne;
11	—	au Hockai et à la Baraque Michel.

Il y a eu, tout au début du mois, des chutes de neige sur la Belgique entière, mais peu notables en général, sauf à l'est du Brabant; vers le milieu du mois, d'assez fortes neiges sont tombées à l'est et au sud-est du pays; et à la fin de mars, on a encore noté un peu de neige en divers points de ces dernières régions. Voici quelques relevés de l'épaisseur de la couche de neige aux dates du 2, du 11 et du 30 :

Le 2.

1 1/2	centimètres	à Zonnebeke (Flandre occidentale);
2 1/2	—	à Ledeberg lez-Gand;
3	—	à Hamme (Flandre orientale), Anvers;
4	—	à Somergem, Paturages, Niel-Asch, Bourg-Léopold, Heppen, Esneux, Boussu lez-Walcourt;
4 1/2	—	à Maeseyck;
5	—	à Groenendael, Bruxelles, Tilff, Theux, Stavelot, Hotton, Étalle;
6	—	à Ostende, Menin, Verviers, Hives (Laroche);
7	—	à Maredsous, Huy-Statte, Spa, Jalhay, Hazeilles (Érezée), Rance (Beaumont);
8	—	à Gembloux, Hulsonniaux (près de Dinant), Lomprez (Wellin);
9	—	à Lanquesaint (Ath), Beauplateau, Bernistap (Tavigny);
9 1/2	—	à Goyer;
10	—	à Spontin, Bauche-Yvoir, Niel (Gingelom), Hestreux, Menil-Favay, Bastogne, Arlon, Pétigny lez-Couvin;
11	—	à Louvain, Kerkom (Tirlemont), Longchamps (Waremme).

Le 11.

2	centimètres	à Hulsonniaux (près de Dinant);
2 1/2	—	à Maeseyck;
3 1/2	—	à Huy-Statte;
5	—	à Stavelot, Chiny;
6	—	à Hazeilles (Érezée), Hives (Laroche), Menil-Favay, Lomprez (Wellin), Pétigny lez-Couvin;
6 1/2	—	à Bastogne;
7	—	à Carlsbourg;
7 1/2	—	à Theux;
8	—	à Verviers, Laroche;
9	—	à Esneux, Sugny (à l'W. de Bouillon);
10	—	à Saint-Roch (Ferrières), Libramont, Arlon, Etalle, Jéhonville (Paliseul);
13	—	à Hestreux;
15	—	à Jalhay (barrage Gileppe);
18	—	à Spa.

Le 30.

3	centimètres	à Hestreux, Carlsbourg;
4	—	à Verviers, Sugny (à l'W. de Bouillon).

Quelques phénomènes orageux ont été observés au cours du mois. Le 9, des éclairs ont été aperçus à Niel-Asch, dans le Limbourg; le 10, deux orages ont passé en mer, au large du bateau-feu du Wielingen (devant Heyst-Knocke), de 19 h. 50 m. à 20 h. 15 m. et de 21 h. 10 m. à 21 h. 20 m.; le 14, on a entendu le tonnerre à Iseghem, dans la Flandre occidentale; les 22 et 23, dans la soirée, des éclairs ont été vus au Wielingen ; le 30, enfin, des mouvements orageux ont traversé les provinces de Liége et de Limbourg et le nord du Luxembourg, entre 15 et 17 heures; ils étaient accompagnés de neige; à Clavier, la foudre est tombée sur un sapin du Nord, situé entre l'église et le château, non munis de paratonnerres et plus élevés que l'objet frappé.

On a peu joui de la présence du Soleil en mars dernier, moins même que dans n'importe quel mois de mars depuis 1887. Le nombre *moyen* d'heures d'illumination solaire que l'on note en mars est de 139, mais le nombre

possible est de 365. Le minimum avait été jusqu'ici de 72, constaté en 1888; cette fois on n'a compté que 66 heures, ou 18 p. c. seulement du total absolu. Il y a eu 8 jours sans le moindre rayon de Soleil et 8 autres jours pendant lesquels l'astre n'a lui que pendant 30 minutes au plus : un jour n'a vu le Soleil que pendant 5 minutes; deux jours, que pendant 10 minutes; trois jours, pendant 20 minutes; un jour, pendant 25 minutes; et un autre jour, pendant 30 minutes.

La nébulosité a, on le conçoit, été très forte : elle a atteint 9.1 en moyenne dans la journée, et 6.2 dans la soirée.

La situation atmosphérique générale a été très variable : on a observé alternativement des aires de hautes pressions sur le NE. et l'E., puis sur le SW. et l'W. de l'Europe; des zones de basses pressions sur le S. et le SW., ensuite sur le NW. et le N. du continent; toutefois, les aires anticycloniques se sont maintenues de préférence sur le NE., notamment au début et dans la seconde quinzaine du mois. Il en est résulté pour nous une grande fréquence des vents du quadrant E.-N.; ils ont soufflé deux fois aussi souvent que de coutume (57 p. c. au lieu de 29 p. c. du total des directions enregistrées). La proportion inverse a été remarquée pour le SW. (12 p. c. au lieu de 26 p. c.).

Le vent a été fort les 10 et 11, et les 22 et 23. La moyenne anémométrique des deux premiers jours a été de 8^m5 à la seconde, par vent du N.; celle des deux derniers, de 8^m2, le vent soufflant de NW. à N. le 23, du NE. le 24. La plus grande agitation de l'air a eu lieu le 10, de 18 à 19 h. (12^m6 à la seconde, en moyenne, pour cette durée d'une heure).

Le minimum d'humidité relative de l'air n'est pas descendu plus bas que 46 p. c., valeur observée le 22.

La poussée de chaleur survenue le 7 a donné une nouvelle

impulsion au réveil de la nature, réveil dont nous avions constaté les premières manifestations en février, surtout dans le règne animal. Les gelées de la fin de ce dernier mois avaient fortement contrarié, et même arrêté, certaines de ces manifestations; mais dès le relèvement de la température, les phénomènes déjà observés se sont reproduits et on en a vu de nouveaux surgir. C'est ainsi que dès les 7 et 8 mars les papillons prenaient leur vol, en même temps que se réveillaient les fourmis. Au même moment le cornouiller mâle entrait en floraison, et le 15 apparaissaient les premières pâquerettes.

A. LANCASTER.

NOTES.

LE MAXIMUM THERMOMÉTRIQUE DU 15 AVRIL 1904. — Après une période relativement froide, qui avait débuté le 24 mars, un relèvement accentué de la température s'est produit à partir du 12 avril, et, le 15, le thermomètre s'est élevé à 26°2 à Uccle, point de l'échelle qu'il n'avait jamais atteint à cette date depuis 1833, époque des premières observations régulières effectuées à l'Observatoire.

Nous croyons intéressant de donner le tableau des maxima et minima constatés dans quelques stations, du 14 au 16 avril :

	Max. du 14.	Min. du 15.	Max. du 15.	Min. du 16.	Max. du 16.
Ostende . . .	21°7	12°4	27°8	6°8	11°4
Furnes . . .	21,7	11,5	24,4	7,1	10,9
Uccle. . . .	23,2	14,7	26,2	8,8	18,3
Maeseyck. . .	23,3	12,6	28,8	10,1	25,3
Liége (Cointe) .	24,4	13,2	28,5	10,8	26,0
Spa	22,0	12,0	26,5	10,5	23,0
Arlon. . . .	21,7	11,6	21,7	10,2	20,8

Le tableau ci-dessus montre que le minimum du 15 a été non moins remarquable que le maximum du même jour. On observe très rarement pareille chaleur nocturne au milieu d'avril ; ce n'est que dans la période estivale qu'on peut en constater de semblables.

Avant 1904, le maximum absolu du 15 n'avait pas dépassé 22°0.

Dans la soirée du 15 avril, une baisse thermique accentuée s'est déclarée à l'ouest et au centre du pays, tandis qu'à l'est le thermomètre restait élevé.

Alors que le littoral n'indiquait comme maximum du 16 que 11° environ, l'est du territoire notait près de 25° en moyenne.

Le maximum du 15, à Arlon (21°7), a été relativement peu élevé.

Le 15, la Belgique constituait la région la plus chaude de l'Europe; le 16 également, mais les hautes températures s'étaient étendues sur les pays voisins, notamment vers l'Est. Le vent soufflait du S., avec tendance à l'E. Dans la matinée du 15 il se leva, et, entre 11 h. et 18 h., de violentes rafales soulevèrent la poussière en épais tourbillons. De midi à 15 h., la vitesse moyenne de l'air fut de 12^{m}4 à la seconde, et à certain moment, de midi à midi 1/4, elle atteignit 16^{m}6.

Depuis la veille, un centre de dépression profond se trouvait en mer, au NW. de l'Irlande, et de hautes pressions couvraient le NE. de l'Europe. Le 15, au matin, un mouvement secondaire avait apparu sur le NW. de la France.

Fait intéressant, la poussée de chaleur dont nous parlons ne fut pas suivie de phénomènes orageux, — en Belgique tout au moins. L'air était très sec : à 8 h , le degré hygrométrique n'était que de 45 à Uccle, et à 13 h. il tomba à 30 environ. A partir de 14 h., le vent passant au SSW., le thermomètre éprouva une chute rapide et l'hygromètre remonta non moins vivement.

Comme nous l'avons dit dans *Ciel et Terre* il y a seize ans (1), la date du 15 avril est caractéristique dans la marche annuelle de la température. « Il y a fréquemment à cette époque, disions-nous, un réchauffement notable de l'air, et ce phénomène marque en quelque sorte le passage de l'hiver à l'été. C'est comme une prise de possession de celui-ci.

« Du 14 au 15, la température moyenne normale fait un saut de 0°8. C'est, de toute l'année, la plus grande hausse d'un jour à l'autre. La vague thermique du milieu d'avril est donc, comme on voit, un fait climatologique très remarquable, sur lequel on n'avait jamais, jusqu'ici, appelé l'attention. »

Nous écrivions ces lignes en avril 1888, après un flux de chaleur qui s'était déclaré le 13 et qui avait fait monter le thermomètre, le 15, à 21°5. Cette année, la hausse thermométrique a été plus extraordinaire encore.

A. LANCASTER.

— QUESTIONS DE CONCOURS. — L'Académie royale des sciences de Belgique vient de mettre au concours les questions suivantes :

1° Faire l'historique et la critique des expériences sur l'induction unipolaire de Weber, et élucider, au moyen de nouvelles expériences, les lois et l'interprétation de ce fait physique. — Prix : 800 francs.

2° Trouver, en hauteur et en azimut, les expressions des termes principaux

---

(1) 9e année, p. 138.

des déviations périodiques de la verticale, dans l'hypothèse de la coïncidence des centres de gravité de l'écorce et du noyau terrestres. — Prix : 600 francs.

3° Prix Charles Lagrange, à décerner au meilleur travail, mathématique ou expérimental, constituant un progrès important dans la connaissance mathématique de la Terre. — Valeur du prix : 1200 francs.

Les réponses au 1° doivent parvenir à M. le secrétaire perpétuel de l'Académie (Palais des Académies, à Bruxelles) avant le 1er août 1904; celles concernant le 2°, avant le 1er août 1905 ; et enfin les travaux en réponse au 3°, avant le 31 décembre 1904.

— INFLUENCE SUR LA VÉGÉTATION DE L'ACIDE CARBONIQUE ÉMIS PAR LE SOL. — M. E. Demoussy a montré que les plantes peuvent profiter à un très haut degré de la présence d'un excès même faible d'acide carbonique dans l'atmosphère qui les entoure, et il a fait remarquer que, dans les couches des maraîchers, les végétaux vivent dans une atmosphère riche en gaz carbonique, renfermant souvent, d'après ses analyses, plus de 2 millièmes de ce gaz. De cette observation et des premières expériences de l'auteur, il s'ensuit que la croissance rapide des végétaux sous châssis n'est pas seulement due à la température élevée que le fumier entretient par sa fermentation, mais doit en outre être attribuée à l'acide carbonique dégagé par ce fumier. C'est ce que M. Demoussy a pu vérifier directement (1).

Dans un ordre d'idées plus théoriques, ce savant croit pouvoir donner l'explication d'une curieuse expérience de notre regretté compatriote Émile Laurent sur le rôle des microbes du sol.

M. Laurent avait observé que du terreau stérilisé porte des récoltes bien inférieures à celles que fournit le même terreau normal : la différence persiste, un peu moindre, lorsque le terreau stérile est additionné d'engrais chimiques.

Elle ne peut donc être due qu'à l'absence des microbes vivants dont le rôle est assez obscur. Dans le dispositif que M. Laurent avait adopté, les gaz devaient circuler assez lentement ; M. Demoussy a pensé que l'explication résidait peut-être dans ce fait que la terre non stérilisée dégage de l'acide carbonique qui favorise le développement des végétations qu'elle porte. Pour vérifier cette hypothèse diverses cultures ont été disposées, et il a suffi de donner la même composition à l'atmosphère qui entoure les plantes pour obtenir les mêmes récoltes; une terre stérile a été aussi favorable que la même terre non stérilisée, lorsqu'une égale quantité de terre normale placée dans la cloche a dégagé l'acide carbonique que le sol stérile ne pouvait pas fournir. Il semble en outre que, du moins pour la laitue, qui avait servi aux expériences, la matière organique du sol n'est pas un aliment immédiat, puisque

(1) Voir le résultat de ses expériences dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris, t. CXXXVIII, p. 291.

sable et terre stériles portent les mêmes récoltes dans l'air normal, et qu'au contraire sable et terre stériles, et terre non stérilisée, portent de bonnes plantes lorsque l'acide carbonique est abondant.

Il est probable qu'en plein air les plantes de faible hauteur profitent du CO^2 dégagé par la terre; divers observateurs ont trouvé qu'au niveau du sol l'air renferme plus de 3 : 10 000 d'acide carbonique.

— Le dessèchement de l'Asie centrale. — Les explorations récentes, ainsi que de nombreux phénomènes naturels, ont prouvé surabondamment qu'une zone s'étendant du fond de l'Asie centrale jusqu'au sud est et à l'est de la Russie est en train, depuis plusieurs siècles, de se dessécher. Au cours de sa dernière expédition, Sven Hedin a fait une foule de constatations qui établissent que les lacs nombreux et étendus du sud du Thibet n'ont plus la superficie qu'ils possédaient autrefois. On peut s'en rendre compte par les traces qui décèlent les niveaux antérieurs de l'eau et qui se trouvent souvent à une hauteur considérable au-dessus du niveau actuel des lacs.

Dans le Turkestan oriental, on a fait également un grand nombre d'observations, d'où l'on peut conclure qu'il y a deux mille ans, le climat de cette région était encore supportable. Dans le voisinage du Lopsee, qui n'est plus aujourd'hui qu'un désert, habitait autrefois une population dense et laborieuse, et le Tarim était, dans sa partie centrale, traversé par une route très fréquentée. Ce passé ne se rappelle au souvenir que par quelques misérables restes qu'assiège le sable du désert.

Le dessèchement a aussi fait des progrès dans les steppes caspiens le long du cours inférieur du Volga, et il n'est pas impossible que la dernière catastrophe qui s'est produite dans cette région et qui est due à un retrait soudain des eaux de la mer d'Azof, ne soit qu'une étape dans le développement de ce phénoméne naturel.

Le prince Kropotkine, un des explorateurs de l'Asie, a fait dernièrement une conférence sur cette question à la Société de géographie de Londres. Il a fait remarquer que de nos jours l'évaporation dépasse de beaucoup, dans l'Asie centrale, le volume d'humidité résultant des pluies. Il en résulte que les limites du désert s'étendent d'année en année. L'agriculture et l'existence ne sont plus possibles aujourd'hui que dans le voisinage immédiat des montagnes, sur le sommet desquelles les vapeurs se condensent et se résolvent en pluies. La disparition des forêts, qui a exercé une si fâcheuse influence sur la Chine, n'explique pas suffisamment le dessèchement des lacs et des fleuves de l'Asie centrale. Le prince Kropotkine croit plutôt que ce phénomène, qui s'est manifesté sur toute la surface de l'Asie et de l'Europe, particulièrement dans les parties septentrionales et les plus élevées de ces continents, se continue d'une manière ininterrompue depuis l'époque glaciaire. Nous vivons, d'après l'opinion de cet explorateur, dans une période géologique de dessé-

chement qui se trouve en opposition avec l'époque glaciaire, dont la caractéristique consistait dans l'amoncellement des glaces et dans un régime de pluie soumis à l'évaporation dans une mesure faiblement progressive.

Ce chapitre de la géologie devrait être revu par la science et l'on devrait rechercher des moyens pour combattre cette sécheresse qui empiète sans cesse. Parmi les mesures à recommander, on peut citer le reboisement des districts menacés et le percement de puits artésiens. (1)

— UNE CONGRÉGATION AÉRIENNE. — Ce titre énigmatique rappelle un point curieux de l'histoire locale de notre métropole commerciale. Il s'applique à une association séculaire dont faisaient partie sept fonctionnaires communaux de la ville d'Anvers, et dont le siège était établi au haut de la tour de la cathédrale. Cette association s'est maintenue pendant plusieurs siècles florissante et fructueuse, sous la protection de saint Donat, et sous le titre si typique de : *Congregatie ofte vergaederinge van donder en blixem van Onze Lieve Vrouwe thoren der stad Antwerpen.* (Traduction libre : Congrégation de la tour de Notre-Dame d'Anvers pour la protection contre la foudre.)

Les sept fonctionnaires communaux qui en faisaient partie étaient : les quatre trompettes de la ville, le timbalier, l'horloger de la tour et le portier de l'église. Voici quelles étaient leurs fonctions :

Dès qu'un orage accompagné d'éclairs et de tonnerre, *met donder en blixem*, éclatait, les membres devaient en toute hâte se rendre à la tour, et le premier arrivé devait immédiatement sonner trois cents coups de cloche, dans l'espace d'un quart d'heure. Un quart d'heure plus tard, si l'orage continuait, il fallait procéder à une nouvelle sonnerie de cent coups de cloche. A ce moment là, les membres qui n'étaient pas présents étaient passibles d'une amende. Si malgré tout, le mauvais temps persistait, il fallait un quart d'heure plus tard effectuer une nouvelle sonnerie de cinquante coups. Dès lors, l'amende des absents doublait. La sonnerie devait être renouvelée ensuite tous les quarts d'heure, à moins que dans l'entre-temps la fureur des éléments ne se fût calmée.

Chaque fois que les trompettes, horloger et timbalier devenus sonneurs de cloche remplissaient pendant un orage leurs fonctions spéciales, ils recevaient de la ville une somme de 30 sous qu'ils devaient se partager.

Toutefois, pendant la nuit, un des joueurs de trompette était toujours de garde dans la tour. Si alors un orage éclatait, il devait immédiatement procéder à la sonnerie. Ses compagnons devaient sans retard le rejoindre, et ils étaient obligés de parcourir tous les locaux de la tour et de la gravir jusqu'au sommet pour s'assurer qu'il n'y eut pas de trace de feu.

(1) *Bulletin de la Société d'études coloniales* (mars 1904).

Il est à remarquer que la plupart de ces prescriptions furent antérieurement décrétées par le magistrat même. Ainsi, une ordonnance de 1738 avait déjà enjoint aux différents employés qui faisaient partie de la confrérie, de sonner les cloches pendant les orages, et, comme le dit le texte, de : *aldaer geduerende den donder en bliexhem tsamen der hande te invigileren op alle ongevallen die door het voorgemelde weder souden connen veroorsaeckt worden* (1).

Cette coutume de sonner les cloches pendant les orages était générale aux siècles passés, et a subsisté, par ci par-là, jusqu'à nos jours (2). Beaucoup se sont imaginé que cette sonnerie n'avait pour but que d'éloigner les orages. Cette interprétation est complètement inexacte. Mais la liturgie enseigne que les fléaux peuvent céder à la prière et que les cloches doivent être sonnées pour engager les fidèles à intercéder pour que la tempête s'apaise. L'interprétation erronée et généralement répandue qui est cause que l'emploi des sonneries au moment où les éléments déchaînés sont le plus à craindre, a déjà produit de nombreux accidents, et il n'aurait jamais fallu oublier que si, dans l'esprit de l'Église, les cloches, en vertu de leur bénédiction, peuvent écarter les orages, le choix des instants où il convient d'user de cette ressource est entièrement laissée à la prudence humaine (3).

Mais, quoiqu'il en soit, si la sonnerie des cloches pendant les orages constituait la principale occupation des membres de la congrégation de *donder en blixem*, ils avaient eu l'art d'entourer l'exercice de ces fonctions d'un tas de prescriptions, dont la non observation les menait fatalement à l'application d'une amende (4).

— Les anomalies de la gravité. — M. de Lapparent, dans une communication sur ce sujet (5), à propos des études de M. Riccò sur la détermination de la pesanteur en Sicile, a émis l'hypothèse que les anomalies de la gravité sont dues aux dislocations de la croûte terrestre; il écrivait : « Ce n'est donc pas parce qu'on passe du domaine terrestre au domaine maritime que l'anomalie s'accroît. C'est parce qu'on se trouve sur une région particulière de dislocation, au contact de deux compartiments, dont l'un s'affaisse et,

---

(1) Dossier : *Stadswaker*.

(2) Nous rappellerons, à ce propos, le titre d'un curieux mémoire publié par l'abbé Needham en 1783, sous le titre : *Recherches sur la question, si le son des cloches pendant les orages, fait éclater la foudre en la faisant descendre sur le clocher, dès que la nuée chargée de matière électrique est au-dessus de l'endroit où l'on sonne.* (Tome IV, p. 59, des Mémoires de l'Acad. imp. et roy. des sciences et belles-lettres de Bruxelles.)

(3) Voir l'ouvrage de M. Fern. Donnet : *Les cloches d'Anvers*, chap. XXVIII.

(4) D'après un travail de M. Fern. Donnet, dans le *Bulletin* de l'Académie d'archéologie de Belgique, 1902, pages 301-314; avec planche.

(5) Voir la 24e année de la Revue, p. 502.

par conséquent, doit se comprimer en s'écrasant, tandis que l'autre, ou bien demeure stable, ou s'élève. »

A l'appui de cette hypothèse, M. G. Platania, dans une note présentée à l'Académie des sciences de Paris (séance du 5 avril), sous le titre : *Les anomalies de la gravité et les bradysismes dans la région orientale de l'Etna*) fait remarquer que cette région, où les variations de la pesanteur sont à la fois les plus brusques et les plus remarquables, n'est pas seulement sujette à des manifestations sismiques fréquentes, qui sont souvent tout à fait locales, mais qu'elle est aussi sillonnée par de profondes fissures du sol (Macchia, San Leonardello, etc.), pendant qu'une partie s'élève (Acireale, Acicastello), l'autre s'affaisse (Torre d'Archicati, Riposto).

— PLUIE TORRENTIELLE A NEW-YORK. — Dans les journées du 8 et du 9 octobre dernier une véritable trombe d'eau s'est abattue sur New-York : le pluviomètre a enregistré plus de 250^{mm} en 30 heures consécutives.

C'est en 1867 que le Bureau météorologique a été fondé à New-York; depuis cette époque, soit depuis trente-six ans, on n'a jamais vu déluge semblable ni dégâts aussi importants. Les rues ressemblaient à des rivières et l'eau s'élevait jusqu'à la ceinture en certains endroits.

Le service des trains entre New-York et Philadelphie a dû être suspendu pendant quelque temps. La rivière Delaware s'est élevée à un niveau qu'elle n'avait jamais atteint, et plusieurs ponts ont été emportés par les eaux.

Depuis 1889, lisons-nous dans *Nature*, le Bureau météorologique des États-Unis a publié la nomenclature des plus fortes chutes d'eau; on peut voir qu'elles sont assez rares : de 1889 à 1896, la plus grande quantité d'eau recueillie en 24 heures a été de 249^{mm}, à Jacksonville (Floride), au mois de septembre 1894.

Les précurseurs de Copernic. *(Fin.)*

Le XIIIe siècle restera mémorable par l'apparition de trois grands hommes, Roger Bacon, Albert-le-Grand et saint Thomas d'Aquin. Albert naquit en Souabe en 1193; il appartenait à une noble et puissante famille. On peut le considérer comme un des hommes les plus éminents qu'ait produits le moyen âge. Il étudia à Padoue et à Bologne, enseigna à Cologne et à Paris (1245), puis retourna à Cologne. Il devint, en 1254, provincial des Dominicains d'Allemagne, et fut évêque de Ratisbonne depuis 1260 jusqu'en 1263, année où il renonça au siège épiscopal. Il fut l'ami de plusieurs rois et papes. Le grand service qu'il rendit à l'Église fut de présenter suivant un plan systématique la philosophie d'Aristote, avec l'ensemble des commentateurs arabes. Ses contemporains l'appelaient le *Docteur universel;* dans l'histoire générale du monde, il est surtout fameux par ses ouvrages sur la science de la nature.

Comme tous les savants de son époque, il fut soupçonné par le vulgaire de se livrer à la magie; il est d'ailleurs certain qu'il a cherché la pierre philosophale; c'était même une opinion courante, qu'il avait payé la dette considérable de son évêché de Ratisbonne au moyen d'or transmuté. Les fleurs qu'il obtint en plein hiver, et que le peuple crédule appelait magiques, étaient, selon toute probabilité, produites dans la première serre chaude construite en Europe.

Une édition de ses œuvres en vingt et un volumes parut en 1651. On voit que tout le savoir des Arabes lui était familier. Il fut en Occident ce que fut Avicenne en Orient, une encyclopédie de toute la science. Sa philosophie est naturellement celle d'Aristote, éclairée par les écoles philosophiques d'Arabie et d'Espagne. Quant à ses ouvrages de science naturelle, ils sont, en grande partie, la reproduction de traités grecs, mais ils sont presque partout enrichis d'observations originales. Dans son ouvrage *De animalibus*

(vol. VI de ses œuvres), il débute par une étude sur la moelle épinière, appelle les éponges la forme la plus basse de la vie animale, améliore la classification zoologique de ses prédécesseurs, et donne une bonne description de la faune arctique, tout en admettant l'existence des monstres cités dans les Bestiaires composés au Xe siècle, la barnache-oie, *anser arboreus*, par exemple.

Sa botanique est, paraît-il, pleine d'erreurs. Il rapporte les faits cités par Pline au sujet de la fécondation du dattier, et en donne, probablement le premier, la bonne explication. Le terme *affinité* se trouve pour la première fois dans ses écrits chimiques. Il n'est pas de branche du savoir humain à laquelle il n'ait touché, depuis la minéralogie jusqu'au magnétisme; chose à noter, il mentionne la boussole comme étant employée par les navigateurs de son temps (1).

Ce n'est pas ici le lieu de parler de l'œuvre de saint Thomas d'Aquin, le disciple d'Albert, qui ne s'occupe pas de l'étude de la nature, mais de tout ce qui a rapport à l'homme. Dans la *Somme*, il traite plus de 500 questions, mais une seule section est consacrée aux phénomènes du monde matériel. A ce propos, on pourrait faire une remarque curieuse sur l'activité du XIIIe siècle : c'est alors que tous les problèmes qui nous semblent réellement « modernes » ont été posés; peu ont reçu une réponse à cette époque, mais un problème clairement posé est déjà à demi résolu.

La figure la plus connue de la génération qui précèda Copernic est celle de Regiomontanus, auquel on associe toujours en pensée ses deux collaborateurs, Purbach et Walther. Ils faisaient partie d'un groupe d'astronomes, de calculateurs et de professeurs allemands et italiens, dont aucun ne réalisa un progrès marqué, mais qui furent tous de

(1) On attribue ordinairement son introduction en Europe à Flavio Gioja, vers 1302.

vrais savants pour l'époque. Plusieurs d'entre eux sont entièrement oubliés aujourd'hui; chez d'autres, au contraire, on signale çà et là de timides apparitions de l'esprit critique. L'*Almageste* n'était plus considéré en toutes choses comme infaillible; on commençait à admettre que l'observation pût être un critérium de la théorie. Dominique de Bologne, le maître de Copernic, est un remarquable représentant de cette nouvelle tendance.

Georges Purbach (ou Beurbach, du nom de son village natal), professeur d'astronomie à l'Université de Vienne, naquit en 1423, étudia à Vienne et en Italie, et mourut en 1461. C'était un partisan de la vieille astronomie, et son principal ouvrage, *Theoricæ Novæ Planetarum* (1460), n'est qu'un développement de la théorie des sphères de cristal. Il étudia Ptolémée avec ardeur, mais les épicycles de celui-ci, simple conception géométrique, et les sphères d'Eudoxe et de Purbach, grossière idée cosmologique, ne pouvaient s'accorder avec la nature : Purbach était donc engagé dans la mauvaise voie. Toutefois, il comprit la nécessité de nouvelles observations sur les planètes, et de tables précises qui pussent remplacer celles d'Alphonse le Sage (1); celles-ci étaient, en effet, devenues absolument défectueuses pour le calcul des éclipses et des éléments des planètes; on avait constaté des erreurs de deux heures dans le calcul d'une éclipse de Lune, et Mars était à 2° du point trouvé au moyen de ces tables.

Pour ses observations et ses calculs, Purbach rencontra un auxiliaire précieux en son élève Jean Müller, de Königsberg, village de Franconie. Müller prenait, selon la mode du temps, le nom de Johannes de Monteregio; on le connaît d'ordinaire sous celui de Regiomontanus. Ils étudièrent

(1) Cette grande collection de tables avait été dressée au milieu du XIIIe siècle, sous le patronage du roi, par des astronomes arabes et juifs, d'après le système de Ptolémée un peu amélioré. Les *Libros del Saber* étaient une encyclopédie de toute la science astronomique du temps, et sont inestimables pour l'historien.

ensemble les œuvres de Ptolémée, et observèrent ensemble les planètes, au moyen des meilleurs instruments qu'ils purent construire, et qui étaient d'ailleurs fort inférieurs à ceux des Arabes. Comme tout le monde à cette époque, ils croyaient à l'astrologie judiciaire, et leurs tables étaient arrangées pour répondre aux besoins de cette prétendue science; en même temps, leurs recherches profitèrent à l'astronomie, qui commença à être basée sur l'observation directe du Ciel.

Le nonce du pape à Vienne était alors le cardinal Bessarion, ancien évêque grec de Nicée, qui jouissait en ce moment d'une grande influence dans l'Église latine, et était un ami de la science. Il partageait l'enthousiasme de Purbach pour les œuvres de Ptolémée, et ils se proposèrent d'en faire paraître une édition; pour cela, il fallait réunir des manuscrits grecs. Après la mort de Purbach (1461), Regiomontanus suivit dans ce but le cardinal Bessarion en Italie (1462). Il y resta environ sept ans, collectionnant des manuscrits, se familiarisant avec le grec, étudiant diverses sciences, et composant son traité de trigonométrie. Son texte de Ptolémée fut imprimé à Bâle en 1538, et servit à Copernic.

En 1471, il était établi à Nuremberg, auprès des presses qui avaient été installées dans cette ville quelques années plus tôt. Il eut la chance d'y rencontrer un riche amateur, Bernhard Walther (1430-1504), qui construisit un observatoire pour son propre usage et pour celui de Regiomontanus, et qui aida celui-ci à publier ses ouvrages et ceux de Purbach. Les *Ephémérides* de Regiomontanus le rendirent fameux; c'était l'almanach nautique de l'époque, et Colomb et Vasco de Gama s'en servirent dans leurs voyages. C'est lui qui inventa la méthode des distances lunaires pour la détermination de la longitude en mer. Le pape l'appela à Rome en 1475 pour réformer le calendrier; il y mourut l'année suivante.

Une légende rapporte qu'il fut assassiné par les fils de Georges de Trébizonde, le premier en Europe qui ait traduit directement sur le texte grec l'*Almageste* de Ptolémée, et dont Regiomontanus avait, paraît-il, critiqué les traductions. La légende est probablement fausse, mais elle vaut qu'on la redise, parce qu'elle était admise en ce temps-là, et qu'elle jette un singulier jour sur l'époque. Durant sa courte vie, Regiomontanus produisit beaucoup, et il promettait encore bien plus. Il a en particulier fort amélioré la trigonométrie ; il fut, avec Purbach, le premier en Europe à utiliser les découvertes des Arabes dans cette branche des mathématiques. Comme tout calcul astronomique est basé sur la résolution de triangles sphériques, les tables de sinus et de tangentes dressées par Regiomontanus avaient une importance capitale, puisqu'elles donnaient les valeurs numériques de ces éléments, calculées une fois pour toutes, épargnant ainsi à l'astronome des calculs incessants.

Il nous est difficile de nous représenter l'état de la science en ce temps-là; le problème si simple : « Étant donnés dans un triangle sphérique a, b, c, trouver A, B, C », était considéré comme laborieux à résoudre par Regiomontanus et ses amis; pourtant, la solution en avait été indiquée bien avant eux par Albategnius. Blanchini, un contemporain de valeur, proposait à Regiomontanus le système suivant :

$$\begin{cases} x : y = 5 : 8 \\ x + y = xy. \end{cases}$$

Et Regiomontanus, en retour, lui posait ce problème : « Une étoile se lève à Venise à $3^h\ 25^m$ et passe au méridien à $7^h\ 38^m$ après minuit ! Quelles sont sa longitude et sa latitude ? » Les Arabes, cinq siècles plus tôt, eussent trouvé ces questions bien faciles. Au reste, Regiomontanus était le plus parfait savant d'Europe. Les anciens déterminaient la longitude d'une planète à peu près ainsi : on mesurait

d'abord la différence de longitude entre la planète et la Lune, ce qui donnait une valeur *A* ; puis, la différence entre la Lune et le Soleil, *B*; la longitude du Soleil, *C*, étant calculée au moyen des tables solaires, la somme de *A*, *B* et *C* était la longitude demandée. A l'Observatoire de Walther, au contraire, on mesurait la distance angulaire entre la planète et des étoiles connues; la longitude et la latitude de la planète étaient ensuite calculées au moyen de formules de trigonométrie sphérique, d'après la longitude et la latitude, qui étaient connues, des étoiles dont on s'était servi. La précision était considérablement plus grande, et l'on pouvait en outre observer chaque fois que la nuit était claire, que la Lune fût ou non au-dessus de l'horizon.

Walther survécut plusieurs années à son ami et poursuivit les observations qu'ils avaient commencées à deux. C'est dans leur observatoire que les horloges (sans balancier) furent pour la première fois employées à mesurer de courts intervalles de temps et que l'on tint pour la première fois compte, en corrigeant les observations, de la réfraction causée par l'atmosphère terrestre. On sait qu'une étoile vue à travers celle-ci paraît plus élevée au-dessus de l'horizon que si l'atmosphère n'existait pas; pour trouver sa vraie position, il faut donc corriger la valeur fournie par l'observation directe. Quand la hauteur de l'étoile est supérieure à 45°, la correction est inférieure à 1′; avant l'invention du télescope, une pareille grandeur était inappréciable; au-dessous de 45°, au contraire, la correction est grande, attendu que les rayons lumineux traversent la couche inférieure de l'atmosphère; des instruments grossiers permettent déjà de constater la déviation. La réfraction avait été étudiée par Ptolémée et, d'une façon plus approfondie, par Alhazen et Roger Bacon. Ce fut Pierre Nonius (1492-1577), l'auteur de volumineux ouvrages d'astronomie, qui fit des recherches sur le crépuscule, la diffusion de la lumière solaire par les

particules de poussière et autres corps dans la partie supérieure de l'atmosphère.

Tout ce que l'on connaissait à son époque en astronomie était familier à Regiomontanus; durant les sept années qu'il passa en Italie, il eut des relations avec les savants romains les plus célèbres, ceux notamment qui s'occupaient des améliorations et des corrections à apporter au calendrier. Lorsque Copernic alla en Italie, en 1496, ce qu'on enseignait de meilleur dans toute l'Europe avait été communiqué aux universités italiennes, et il se familiarisa par conséquent avec tout ce qu'avaient trouvé ses prédécesseurs.

Un passage des *Principes d'astronomie* de Gemma Frisius (mort en 1558) mérite d'être traduit ici, parce qu'il fixe une date importante et décrit des méthodes servant à déterminer la longitude et la latitude qui sont encore employées aujourd'hui. Voici ses paroles : « On commence à se servir de petites horloges qu'on appelle montres. Elles sont assez légères pour qu'on les porte sur soi : elles marchent pendant vingt-quatre heures et même plus longtemps si l'on y aide un peu; elles permettent une détermination très facile de la longitude. Avant de partir en voyage, faites marquer exactement à votre montre l'heure locale du pays que vous quittez ; veillez à ce qu'elle ne s'arrête pas en route ; quand vous aurez parcouru 20 lieues, par exemple, déterminez, au moyen de l'astrolabe, l'heure locale de l'endroit où vous vous trouvez ; en comparant ce temps avec celui que donne votre montre, vous aurez la différence de longitude. » La latitude du lieu peut se trouver en mesurant la hauteur de l'étoile polaire. Ajoutons que les montres, inventées vers 1525, faisaient des écarts de plusieurs minutes par jour et que les astrolabes portatifs de l'époque ne pouvaient guère donner la hauteur d'un astre avec une approximation de 10′; mais la méthode était correcte en elle-même et c'est celle que l'on emploie encore actuellement, en se servant du chronomètre et du sextant.

Il convient de citer ici Pierre Bienewitz ou Apianus (1495-1552), qui consacra un grand volume, l'*Astronomicum Cæsareum* (1540), à l'exposition du système de Ptolémée. Apianus fut le premier à observer le Soleil à travers des verres colorés; les astronomes de Bagdad avaient observé une éclipse, le Soleil étant bas, en regardant l'image dans l'eau, et Reinhold avait proposé de recevoir l'image de l'astre sur un écran, dans une chambre noire; c'est cette méthode qu'employaient les astronomes au temps de Galilée. La meilleure contribution d'Apianus à la science astronomique est la découverte du fait que les queues des comètes s'éloignent généralement du Soleil, découverte que fit aussi, de son côté, Fracastor.

A cette époque, on croyait en général que les comètes étaient des phénomènes atmosphériques. Mais alors, pourquoi cette relation entre elles et le Soleil? Pourquoi était-ce le Soleil, et non la Terre, qui exerçait une influence sur leur forme? La comète de 1472 avait été étudiée par Regiomontanus, et sa trajectoire parmi les étoiles avait été relevée; c'était la première fois qu'une comète était traitée comme tout autre corps céleste. Mais comment un pareil corps pouvait-il circuler par les sphères de cristal? Des questions de ce genre préoccupaient les esprits; les observations qui seules pouvaient en donner la solution commençaient seulement à se faire; un progrès suffisant avait déjà été accompli en mathématiques; le temps était venu de refondre la théorie du monde.

Les sphères de cristal formaient la base du système de Fracastor; pour expliquer les mouvements des corps célestes, il employait soixante-trois sphères, qui se tenaient entre elles comme des rouages. Voici en peu de mots sa théorie : tous les mouvements célestes sont circulaires; le mouvement uniforme est le plus probable; chaque planète reste constamment à la même distance de la Terre; les changements que l'on remarque dans son éclat ne sont pas

causés par des variations dans sa distance, mais par l'état de l'atmosphère terrestre et la densité des sphères de cristal, qui sont variables; le *Primum mobile* a un mouvement uniforme, et le gardera tant que Dieu, le Créateur, n'interviendra pas par un acte spécial; les sphères sont de diverses espèces : il y a des conducteurs, des anticonducteurs, des cerclants, des anticerclants, des inclinants; 63 sphères expliquent le monde : 10 pour Saturne, 11 pour Jupiter, 9 pour Mars, 4 pour le Soleil, 11 pour Vénus, 11 pour Mercure, 7 pour la Lune.

Ce système est non seulement compliqué, mais mécaniquement impossible. Il représente le pire état de la théorie que Copernic devait rejeter; il est intéressant parce que c'est un des derniers exposés de son genre, et surtout parce que Fracastor était un contemporain de Copernic et mourut la même année que lui (1543) (1).

E.-S. HOLDEN.

L'hydrologie des calcaires et la fluorescéine.

L'un des plus curieux résultats de l'étude du régime hydrologique des régions calcaires est assurément cette conclusion formulée, depuis quelques années déjà, par M. E.-A. Martel, et qui se vérifie chaque jour davantage : que le stade final de l'évolution souterraine des eaux en massif calcaire est l'établissement du « régime karstique » ou désertique rocheux.

Ce n'est pas seulement le savant spéléologue français, mais c'est la légion de ses disciples et collègues de tous pays qui ont démontré irréfutablement que, grâce aux fentes, diaclases et failles et aux cavités souterraines dont sont si universellement parcourus les massifs calcaires, les eaux,

---

(1) Traduit de : *The popular science monthly* (New-York), numéro de février 1904.

tant courantes que météoriques de la surface, s'y infiltrent et s'y engouffrent, tendant, dans une région donnée, à remplacer successivement le régime normal des cours d'eau coulant à l'air libre par celui des rivières souterraines. A diverses reprises, on a pu reconstituer, comme l'a fait M. Martel pour la Cosse, dans l'Hérault, un ancien lit de rivière à l'air libre, datant de la période pliocène, un lit partiellement souterrain, datant de l'époque quaternaire, et le lit complétement souterrain, caractérisant les temps modernes.

Beaucoup de cours d'eau des massifs calcaires ont actuellement des lits semi-aériens, semi-souterrains; d'autres sont devenus entièrement souterrains.

Il est tout naturel qu'avec la disparition en profondeur des eaux des calcaires doit s'établir peu à peu le régime désertique rocheux, dont la région du Karst fournit un exemple typique. L'aridité actuelle de multiples contrées à substratum calcaire, comme le nord de l'Afrique, n'a pas d'autre origine. Ce fait général de l'enfouissement graduel et incessant des eaux courantes a une conséquence importante au point de vue de la valeur et des qualités des eaux du calcaire. C'est que la facilité et la multiplicité d'accès des causes de souillure et de contamination pouvant, grâce à la structure fissurée des calcaires, réagir dans les profondeurs aquifères, sont si générales que la plus grande prudence doit être apportée dans l'utilisation des eaux et des sources émanant de ces types de terrains.

Alors qu'une eau convenablement drainée en réservoir perméable sableux a de grandes chances de conserver indéfiniment ses bonnes qualités hygiéniques naturelles, il n'en est nullement de même avec bon nombre des eaux du calcaire, où, par suite de causes soit fortuites et accidentelles, soit saisonnières, s'établissent des communications antérieurement non utilisées par les courants souterrains. La mise en jeu de telles communications peut alors amener

des causes inattendues de contamination ou tout au moins de souillures et de dangers éventuels.

L'étude des qualités alimentaires des eaux du calcaire et celle de leurs garanties de sécurité constituent donc un très gros et très important problème scientifique et hygiénique. Parmi les procédés mis en œuvre pour se rendre compte des conditions, à la fois si complexes et si variables pendant le cycle saisonnier, de la circulation souterraine en région calcaire, il faut mentionner les expériences de coloration à la *fluorescéine*. Elles ont pour but de reconnaître et de déterminer les trajets souterrains inaccessibles à l'investigation personnelle de l'homme et aussi de chercher à apprécier le degré de sécurité relative qu'offrent les « sources » du calcaire, qui, trop souvent, constituent de simples « résurgences », ou sorties de cours d'eau engouffrés ailleurs.

Une bonne technique de ce procédé d'étude et d'investigation manquait jusqu'ici. La preuve en est dans les divergences d'opinion de certains spécialistes et dans les malentendus qui les séparent parfois sur divers éléments, cependant primordiaux, du problème.

On s'est servi de la fluorescéine un peu partout, mais très souvent au hasard, sans méthode et sans guide. Aussi la valeur pratique des conclusions émises est-elle restée parfois très discutable et c'est là un véritable danger pour la santé publique. Bref, sur une question de cette importance, qui se rattache aux si graves problèmes de l'alimentation en eau potable des agglomérations humaines, il manquait un guide permettant d'employer, avec sécurité et une réelle utilité publique, les méthodes d'étude des eaux souterraines par l'emploi des matières colorantes. C'est cette lacune que la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, sur l'initiative de son Secrétaire général M. E. Van den Broeck, vient de s'efforcer de combler. La lecture du gros fascicule spécial édité par les soins du géologue précité, per-

met d'affirmer que la tâche a été exécutée dans les meilleures conditions possibles, grâce au concours empressé de nombreux collaborateurs spécialistes.

Une discussion approfondie, accompagnée d'expériences *ad hoc*, discussion à laquelle ont pris part une vingtaine de techniciens, de géologues, etc., a eu lieu au cours des sept séances consacrées, en 1903, par la Société belge de géologie, à l'étude de la question, et 45 notes, mémoires et communications en ont été le résultat. Ces nombreux travaux se trouvent tous réunis dans le fascicule que vient d'éditer M. Van den Broeck (1), et ils sont suivis d'un *Résumé synthétique* élaboré par un comité composé de MM. Ad. Kemna, A. Martel, E. Putzeys, H. Rabozée, Edm. Rahir et E. Van den Broeck. Ce résumé, rédigé au nom du Comité par MM. Rabozée et Rahir, est suivi de l'exposé, en douze articles, de *conclusions* qui, comme il a été dit fort judicieusement, « constituent actuellement un « Vade-mecum » indispensable à toute administration communale, société ou compagnie technique de travaux d'eaux alimentaires, ayant à rechercher l'origine des eaux de drainage souterrain, spécialement en régions à sous-sol calcaire, et ayant à vérifier la stabilité des garanties qu'elles peuvent présenter comme eaux d'alimentation ».

Il est à remarquer qu'il n'a été tiré qu'un très petit nombre d'exemplaires du volume contenant cette étude. Ils sont mis en vente au prix de 5 francs. Toutefois, les abonnés de *Ciel et Terre* jouiront d'un prix de faveur et recevront le volume, dont le prospectus et la table des matières sont annexés au présent numéro, moyennant

---

(1) *L'étude des eaux courantes* (Eaux alimentaires en régions calcaires) *par l'emploi des matières colorantes* (fluorescéine). Discussion sur la vitesse de propagation des eaux souterraines et de la fluorescéine dans les canaux et fissures des terrains calcaires, avec un exposé synthétique résumant les points acquis au cours de cette étude. Fascicule spécial édité par M. Ern. Van den Broeck, Secrétaire général de la Société belge de géologie. Bruxelles, Hayez, avril 1904. Un vol. gr. in-8° de 218 pages, avec 24 figures et divers tableaux.

l'envoi préalable d'un mandat postal de *quatre francs*, adressé au Secrétariat de la Société belge de géologie, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles. A. L.

Mémorandum astronomique.

JUIN 1904.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud: Persée, la Petite Ourse, le Dragon, le Bouvier, la Couronne, le Serpent, la Balance et le Scorpion.

De l'Est à l'Ouest: Le Dauphin, le Cygne, la Lyre, le Dragon, la Grande Ourse, les Lévriers, la Chevelure de Bérénice et le Lion.

Du Nord-Est au Sud-Ouest: Cassiopée, Céphée, le Dragon, le Bouvier, la Vierge et le Corbeau.

Du Nord-Ouest au Sud-Est: Les Gémeaux, le Lynx, la Grande Ourse, Hercule, Ophiuchus et le Sagittaire.

OBJETS CELESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er JUIN, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Etoile rouge du Centaure.	13^h43^m	117°48'	Étoile double rouge-sang, avec compagnon bleu à 7".
Amas de la Balance . .	15.13	87.31	Bel amas condensé.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	2^h49^m	3^h37^m	$11^h40^m6^s4$	19^h44^m	20^h30^m	61°14'
5	2.46	3.34	11.40.44,9	19.49	20.35	61.44
10	2.44	3.32	11.41.40,6	19.53	20.40	62.12
15	2.42	3.30	11.42.42,6	19.57	20.44	62.31
20	2.42	3.30	11.43.47,3	19.59	20.46	62.39
25	2.43	3.31	11.44.51,7	19.59	20.46	62.36
30	2.46	3.35	11.45.53,0	19.58	20.45	62.24

Le *temps sidéral* à midi moyen est, le 1er, de $4^h38^m6^s7$. Son accroissement diurne est de 3^m56^s5.

L'été commence le 21 juin, à 20^h51^m.

ÉPHÉMÉRIDES POUR RÉDUIRE LES OBSERVATIONS PHYSIQUES DU SOLEIL.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	−15°3	− 0°3	359°0	12	−11°0	+ 1°0	213°4	22	− 6°6	+ 2°2	81°0
2	−15.0	− 0.2	345.7	13	−10.5	+ 1.1	200.1	23	− 6.1	+ 2.3	67.8
3	−14.6	− 0.1	332.5	14	−10.1	+ 1.2	186.9	24	− 5.7	+ 2.4	54.6
4	−14.2	− 0.0	319.2	15	− 9.7	+ 1.3	173.7	25	− 5.2	+ 2.5	41.3
5	−13.2	+ 0.2	306.0	16	− 9.2	+ 1.5	160.4	26	− 4.8	+ 2.6	28.1
6	−13.4	+ 0.3	292.8	17	− 8.8	+ 1.6	147.2	27	− 4.3	+ 2.7	14.8
7	−13.0	+ 0.4	279.6	18	− 8.4	+ 1.7	134.6	28	− 3.9	+ 2.8	1.6
8	−12.6	+ 0.5	266.3	19	− 7.9	+ 1.8	120.7	29	− 3.4	+ 2.9	348.3
9	−12.2	+ 0.6	253.1	20	− 7.5	+ 1.9	107.5	30	− 3.0	+ 3.0	335.1
10	−11.8	+ 0.8	239.9	21	− 7.0	+ 2.0	94.2				
11	−11.4	+ 0.9	226.6								

LA LUNE.

D. Q. ☾ le 6, à 5h53m.
N. L. 🌑 le 13, à 21h10m.
P. Q. ☽ le 20, à 15h11m.
P. L. 🌕 le 27, à 20h23m.

OCCULTATION D'ÉTOILE PAR LA LUNE.

25 juin, θ de la Balance (4.3) : immersion à 0h2m, émersion à 0h32m.

ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER.

10 juin, satellite I, disparition à 3h31m27s,
26 — — — 1h47m58s.

LONGITUDE DU TERMINATEUR DE LA LUNE A MINUIT, POUR CHAQUE JOUR DE JUIN 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	+ 50°4 *s*	11	− 71°8 *s*	21	− 14°0 *m*
2	38.2	12	− 84.0 *s*	22	26.3
3	25.9	13	+ 83.7 *m*	23	38.5
4	13.7	14	71.5	24	50.7
5	+ 1.5	15	59.3	25	62.9
6	− 10.7	16	47.1	26	75.2
7	22.9	17	34.8	27	− 87.4 *m*
8	35.1	18	22.6	28	+ 80.4 *s*
9	47.4	19	+ 10.4	29	68.2
10	− 59.6 *s*	20	− 1.8 *m*	30	+ 56.0 *s*

Les Planètes.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	3h10m	+ 13°43'	25"2	0.76	3h.0m	17h28m
	11	3.41	+ 16.14	20.2	0.87	2.38	17.34
	21	4.36	+ 20.19	16.4	1.07	2.30	18.14
Vénus .	1	3.54	+ 19.34	9.8	1.70	3.10	18.46
	11	4.45	+ 22. 0	9.8	1.72	3. 7	19.13
	21	5.38	+ 23.25	9.8	1.73	3.11	19.37
Mars. .	1	4.33	+ 22.22	3.6	2.54	3.33	19.43
	11	5. 3	+ 23.18	3 6	2.55	3.16	19.40
	21	5.33	+ 23.53	3.6	2.56	3. 3	19.35
Jupiter .	1	1.20	+ 7.14	32.8	5.55	1.46	15. 4
	11	1.28	+ 7.54	33.2	5.43	1 10	14.36
	21	1.34	+ 8.31	34.4	5.30	0.34	14. 6
Saturne.	1	21.35	— 15.27	16.2	9.52	23.53	9.24
	11	21.35	— 15.30	16.4	9.36	23.13	8.45
	21	21.34	— 15.36	16.6	9.23	22.34	8. 4
Uranus .	1	17.54	— 23.39	3.8	18.83	21. 2	4.55
	16	17.52	— 23.38	3.8	18.27	20. 5	3.57
Neptune.	1	6.20	+ 22.22	»	30.83	5.19	21.29
	16	6.23	+ 22.21	»	30.91	4.23	20.33

Aspect des Planètes.

Mercure est *étoile du matin*. Le 8, elle atteindra sa plus grande élongation occidentale. Le 12, elle sera en conjonction avec la Lune. Le 30, elle sera à son nœud ascendant.

Vénus est *étoile du matin*. Le 13, elle sera en conjonction avec la Lune. Le 19, en conjonction avec Mars. Le 30, en conjonction avec Neptune.

Mars se lève une demi-heure environ avant le Soleil. Le 13, elle sera en conjonction avec la Lune.

Jupiter se lève vers 1 h. du matin. Le 9, elle sera en conjonction avec la Lune.

Saturne se lève vers 11 h. du soir. Le 4, elle sera en conjonction avec la Lune.

Uranus sera, le 19, en opposition avec le Soleil.

Neptune se couche vers 9 h. du soir. Le 27, elle sera en conjonction avec le Soleil.

Les Étoiles filantes.

Leur observation est difficile à cause des longs crépuscules. Les dates à bolides sont le 4 et le 9.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Juin 1-29.	$AR = 11^h12^m$, $\delta = 55°$.	Près β Grande Ourse.	Juin 26-juill. 6.	$AR = 19^h36^m$, $\delta = 39°$.	Lents.
Juin 2.	$AR = 15^h8^m$, $\delta = 30°$.	Près β Couronne.	Juin 28.	$AR = 20^h20^m$, $\delta = 9°$.	Près ε Dauphin
Juin 3-17.	$AR = 16^h36^m$, $\delta = 20°$.	Rapides.	Juin.	$AR = 21^h0^m$, $\delta = 60°$.	Rapides, à trainées.
Juin 25-30.	$AR = 16^h52^m$, $\delta = 47°$.	Rapides.	Juin.	$AR = 21^h16^m$, $\delta = 32°$.	Près ζ Cygne.
Juin 3-13.	$AR = 17^h24^m$, $\delta = 5°$.	Lents.	Juin 10-29.	$AR = 22^h20^m$, $\delta = 57°$.	Rapides.
Juin 12-21.	$AR = 19^h0^m$, $\delta = 23°$.	Lents.	Juin 11-13.	$AR = 23^h0^m$, $\delta = 0°$.	Très rapides.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 12 : Novembre 1903.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
	En ce mois et en décembre, tremblements dans toute la résidence de Bandjœmas (Java), notamment à Bandjarnegara. Aussi à Pékalongan.
	Le Mérapi (Java), après un repos de deux années, a une importante éruption de cendres, que l'on peut voir de l'île Bali.
2	17 32. Tapanatepeque. Doux tremblement précédé de bruit.
4	(?) On signale des secousses dans l'Illinois, l'Indiana, le Missouri, le Mississipi, le Kentucky et le Tennessee.
4	Tremblement assez fort aux environs de Falkenau.
	11·. Portsmouth. Légère secousse.
5	21·35. Léger et court tremblement à la Union de Guerrero.
6	(?) Colima. Léger tremblement oscillatoire. Parait différent de celui de VIII h.

Dates.	Heures.
6	2 37. Petrohan (Vratsa-Bulgarie). (III.)
	8·5 à 30. Mexico, Puebla, doux-Jalapa, Chilpancingo, Nochistlàn, léger. — Teposcolula, Tlaxiaco, Juxtlahuaca, Oaxaca, Pinstepa, Juquila, Pochutla, fort.
	9 20'. 12·15'. Juquila. Répétitions.
7	4·30. Juquila. Oscillatoire; 15^s.
8	Secousses à Espira de l'Agly (arrondissement de Perpignan).
	16·. Juquila. Tremblement.
12	Exacerbation du Stromboli, pendant plusieurs jours ensuite.
	Colima. Léger, oscillatoire.
	Vers 20·40. Balbounar (Roustschuk). (III.)
	22 3/4. Bélogradtchik (Vidin). Une forte secousse.
	3 minutes après. Bélogradtchik (Vidin) et environs. Secousse plus forte.
	Probablement la même que celle de Balbounar.
13	3·15. Salina-Cruz. Tremblement léger, oscillatoire et trépidatoire; 10^s.
	12·8. Colima. Grande éruption avec forte détonation et pluie de cendres dans le quadrant occidental.
	18·5. Tremblement dans le Mandalen. IV. Nombreuses localités secouées. Epicentre à Lövdal.
14	Colima. Faibles, mais nombreuses détonations.
15	16·. Omotepec (Oaxaca). Oscillatoire; 10^s.
	20·3/4. Walserthal (Allgaü). Deux légers chocs avec bruit.
	23·30. Forte détonation et grande coulée du Stromboli.
16	Stromboli. A 10·10 détonation effrayant les habitants des îles voisines. A 16·35 la diminution de la fumée permet de voir l'ouverture d'une nouvelle bouche. A 20·45 exacerbation de l'éruption,
17	Matin. Les phénomènes du Stromboli diminuent beaucoup.
	20·47. Taxco (Guerrero). Léger, avec bruit.
19	19·35. Saint-Lô et ses environs. Tremblement oscillatoire avec bruit; 2''.
	20·52. Dos Arroyos. 10''.
20	10·58. Versants E., S. et W. de l'Etna, tremblement local. (VI-VII.)
21	21·20. Colima. Grande éruption avec deux fortes détonations qui ébranlent les édifices de la ville.

Dates.	Heures.
22	Colima. L'activité continue moyennement.
	14·55 à 56. Taxco, léger. — Mexcala, Chilpancingo, Chilupa, fort.
25	6·. Secousses tout le long de la frontière saxonne et franconienne.
26	1·15. Rilski-Monastir (Rhodope). Grande secousse. (VIII.) S'est étendue à toute la Bulgarie. D'autres d'intensité variable suivent : 1·17; 22; 23; 26; 28; 32; 35; 49; 2·10; 22; 35; 41; 47; 48; 49; 59; 3·12; 18; 19; 22; 35; 37; 38; 40; 41; 47; 51; 4·1; 7; 45; 59; 5·12 (VI); 6·9 (VI), sentie aussi à Sofia. Toutes précédées de bruit.
27	14·20. Chilpancingo, Oaxaca, Nochislân, Tlaxiaco, Sochutla. Fort à Juquila et Teposcolula.
	Vers 1· 1/2. Schabla (Varna). Deux secousses. Plusieurs personnes réveillées.
	Avant l'aube. Guëschévo (Kustendil). Faible secousse. A identifier avec la précédente.
	Vers 6· 1/2. Bouranovo (Kustendil). Faible.
	6·45. Irkoutsk et Tchita. Assez fort.
	Entre 10·4 et 11·32. Faibles secousses. Rilski-Monastir.
	Entre 17·6 et 18.43. Sept fortes secousses. L'une (V) est de grande extension. } Rilski-Monastir.
	Entre 18·44 et 19·1. Fortes secousses. } Rilski-Monastir.
	19·2. Faible secousse. } Rilski-Monastir.
	Entre 19·10 et 19·15. Fortes secousses. } Rilski-Monastir.
	19·35. Faible secousse. } Rilski-Monastir.
	Entre 20·10 et 21·50. Fortes secousses. } Rilski-Monastir.
	21·56. Faible secousse. } Rilski-Monastir.
	20·35. Colima. Grande éruption, qui continua le 28.
	23·35 à 52. Cohahuila, Coalcomân, Aguililla, La Union de Guerrero, Colima.
28	5·15 à 24. Secousse faible à Sofia, forte à Kotschérinovo (Kustendil).
	8·29. Blidah. Oscillatoire, puis trépidatoire; 4^s.
29	10·28; 31; 35; 39. Faibles secousses. } Rilski-Monastir.
	11·14. Forte secousse. } Rilski-Monastir.
	Vers 22·55. Plovdiv. Très faible secousse.
30	A Rilski-Monastir, plusieurs secousses dont les principales se sont étendues à une grande partie de la Bulgarie : 3·6 (IV); 4·28 (IV); 4·29 (VI); 4·30 (IV); 4·32 (IV); 4 38 (IV); 4·45 (IV); 5·4 (IV); 5·7 (VI); 5·17 (IV); 5·19 (IV); 5·35 (VI); 5·35 (VI); 11·17 (V); 11·18 (V).

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

AURORE BORÉALE. — Le 14 avril, vers 21 h., des traces d'aurore boréale ont été vues à Carlsbourg (près de Paliseul), au N. et au NE. Les lueurs aurorales paraissaient se déplacer entre ces deux points de l'horizon.

Une aurore boréale a été observée en Angleterre pendant la même soirée.

Les barreaux aimantés de l'Observatoire d'Uccle ne semblent pas, toutefois, avoir été influencés par ce phénomène.

— TREMBLEMENT DE TERRE. — Les journaux quotidiens ont publié ces jours derniers le renseignement suivant :

« Le 23 avril 1904, à 4 $^1/_2$ h. du soir, une secousse de tremblement de terre a été ressentie à Fleurus.

« Elle a été assez forte pour que les habitants, effrayés, se soient sauvés dans la rue, craignant de voir leurs maisons s'écrouler sur eux. Mais aucun accident ne s'est produit.

« Il est très possible, d'ailleurs, qu'il s'agisse d'un phénomène tout local, assez fréquent dans les communes où les exploitations charbonnières ont miné le sol. »

M Jacquemin, secrétaire communal de Fleurus, a bien voulu, à notre demande, nous fournir au sujet de ce phénonème le complément d'information ci-après :

« Nous avons, en effet, ressenti à Fleurus, samedi dernier, une secousse assez violente qui n'a pas duré plus de deux secondes. Nous attribuons cette secousse à un affaissement de terrain, des charbonnages se trouvant au hameau de Campinaire, distant de notre commune d'une demi-lieue. »

— OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE LA MISSION SAHARIENNE FOUREAU-LAMY. — Partie du sud de l'Algérie le 23 octobre 1898, la mission Foureau rentrait en France le 1er septembre 1900, après avoir traversé l'Afrique, d'Alger au Congo, par le Tchad. Trois ans à peine ont suffi au chef de la mission pour rassembler, discuter et publier la masse énorme des documents scientifiques de toutes natures qu'il a rapportés. La Société de géographie de Paris a commencé la publication des *Documents de la mission saharienne*, et le premier fascicule, qui vient de paraître, comprend les documents astronomiques et météorologiques.

Pendant toute la durée du voyage, des observations météorologiques régulières ont été effectuées trois fois par jour : à sept heures du matin, midi et sept heures du soir; elles comprenaient la pression, la température, la direction et la force du vent, l'état du ciel et tous les phénomènes accidentels : brumes, brouillard, rosée, pluie, orages, etc. Des enregistreurs à marche rapide donnaient les variations continues de la température et de

l'humidité dans tous les séjours et même pendant la marche. La publication *in extenso* de ces observations ne comprend pas moins de 54 pages; c'est dire l'abondance des faits que l'on peut y relever, et dont l'intérêt est encore accru par la durée relativement grande des séjours en quelques points : 90 jours à Iferouane, 30 à Aguellal, 73 à Tinchamane, 57 à Zinder, 31 à Koussri.

Ce sont précisément les observations très complètes, exécutées pendant toute la durée de ces séjours, qui constituent la partie la plus intéressante des documents météorologiques recueillis par M. Foureau.

Les observations d'Iferouane, d'Aguellal et de Tinchamane, à peu de différence moyenne en latitude de Tombouctou et à plus de 10 degrés à l'est, sont particulièrement curieuses à rapprocher de celles qui ont été relevées simultanément à Tombouctou. Dans l'Aïr, en tenant compte de la différence d'altitude, la température est notablement plus élevée qu'à Tombouctou en mai et juin, les deux mois les plus chauds de l'année; elle est plus basse, au contraire, en mars, avril et septembre. Les isothermes d'hiver se creuseraient donc vers le sud dans l'Aïr, contrairement aux hypothèses admises. Cette conclusion se trouve corroborée par ce fait que Zinder, bien que plus bas en latitude, donne, pour novembre 1899, presque exactement la même température réduite que Tombouctou. Par contre, dans l'Aïr, la température moyenne, réduite au niveau de la mer, dépasserait probablement 38° en mai et juin; ce serait alors le maximum absolu de toute la Terre.

Dans tout le cours du voyage, la température la plus basse a été observée à l'oued Affattakha, à l'altitude de 1 140 mètres et à la latitude de 25 degrés; elle a atteint — 10°,2, nombre que l'on ne retrouve nulle part pendant le même mois dans tout l'extrême sud algérien, même dans des stations plus élevées et à plus de 9 degrés au nord. C'est là une nouvelle preuve, ajoutée à celles qu'avait déjà données Duveyrier, du caractère extrême de la région des Touareg. Dans l'Aïr, en mai, le thermomètre est monté jusqu'à 46°,5, nombre tout à fait comparable au maximum, 46°,8, de Tombouctou dans la même période, mais à une altitude moindre. Ce chiffre a été dépassé une fois et M. Foureau a noté jusqu'à 48°,3 en mars 1900, mais beaucoup plus au sud, à Koussri.

Bien qu'ayant séjourné dans l'Aïr pendant la saison la plus chaude de l'année, M. Foureau n'a jamais mesuré, au thermomètre-fronde, + 50°. Il est permis de douter que les deux ou trois observations que l'on cite et où la température aurait dépassé 50°, aient été faites dans de bonnes conditions et, jusqu'à nouvel ordre, on peut considérer cette valeur de 50° comme la limite supérieure extrême des températures que l'homme est appelé à supporter.

Les nécessités n'ont pas permis d'exécuter régulièrement, tout le long de la route, les observations d'humidité atmosphérique ; toutefois, on trouvera sur cette question, dans le travail de M. Foureau, quelques indications très intéressantes. Dans l'Aïr, en juillet et août, pendant la saison des pluies, ou plutôt des orages, l'humidité est parfois très grande et tout à fait inattendue ; souvent le matin tout était trempé, les habits étaient humides et la sensation devenait très désagréable. Mais cette humidité diminue rapidement à partir de septembre et fait place bientôt à une sécheresse extrême. Pendant tout le séjour à Zinder, en novembre et décembre 1899, l'humidité relative moyenne a été seulement de 25 environ, et la tension moyenne de la vapeur dépasse à peine 5 millimètres ; avant les observations de M. Foureau, on n'aurait pas cru une semblable valeur possible à cette latitude.

M. Foureau s'est trouvé dans l'Aïr de mars à octobre 1899, période qui comprend précisément la saison des pluies (juin à septembre) des régions subtropicales. Contrairement à ce qui s'était produit lors du voyage de Barth, la pluie a été extrêmement rare ; dans les quatre mois de juin à septembre, elle n'est tombée que 11 fois en quantité plus ou moins forte, et 33 fois en outre on n'a observé que quelques gouttes d'eau. Les observations correspondantes de pluie manquent complètement pour Tombouctou en juillet et août ; mais, du 26 mars au 30 juin, on y a noté déjà 9 jours de pluie et 8 jours de gouttes. L'Aïr se trouve donc, plus encore que Tombouctou, à la limite septentrionale extrême de la région des pluies subtropicales ; ces pluies montent rarement jusqu'à l'Aïr, et seulement alors par pointes détachées, sans régularité ni continuité. D'après les affirmations des indigènes, le pays traverserait beaucoup plus d'années semblables à celle où s'y trouvait M. Foureau que d'années plus humides. On peut donc dire qu'à cette latitude il n'y a plus de pluies régulières d'été, mais seulement une époque pendant laquelle d'assez fréquents orages donnent des pluies, parfois fortes, mais irrégulières et locales.

Une seule fois, le 17 juillet 1899, à Aoudéras (Aïr), M. Foureau a observé de la grêle, pendant un orage de nord-est assez violent, avec éclairs, tonnerre et forte averse mêlée de grêle et de flocons de neige fondue. Les grêlons étaient moyens ou assez gros ; quelques-uns affectaient la forme de petits carreaux de glace de 12 à 15 millimètres de côté et de 2 à 3 millimètres d'épaisseur.

Le régime des vents, les orages, les tornades donnent lieu à des remarques intéressantes, mais qui offrent moins de particularités nouvelles.

Il sera nécessaire de revenir ultérieurement sur la discussion des observations météorologiques de la mission saharienne : il y a là une mine de documents dont on ne peut évaluer la richesse d'un coup d'œil. Par son

étendue et ses caractères exceptionnels, la région qui comprend le Sahara et le Soudan est une des plus intéressantes du monde au point de vue météorologique; son rôle dans la circulation générale de l'atmosphère est certainement considérable, mais encore mal connu. Bien rares sont les explorateurs qui ont recueilli quelques renseignements sérieux sur ces régions; les observations que M. Foureau publie aujourd'hui apportent à la météorologie de cette partie de l'Afrique, tant par leur quantité que par leur haute valeur scientifique, une contribution plus grande que celle de tous ses prédécesseurs réunis (1).

— Tremblements de terre au Congo. — Depuis un an et demi, plusieurs secousses de tremblement de terre ont été ressenties dans l'État Indépendant du Congo. Nous croyons intéressant de réunir ici les renseignements que nous avons recueillis à leur sujet.

Nuit du 29 *au* 30 *octobre* 1902. — Vers 11 h. du soir, un tremblement de terre a eu lieu au poste de Mahagi. Il a duré trente-sept secondes. Les oscillations du sol étaient suffisantes pour détacher le plâtre des maisons en pisé, et les grondements souterrains ressemblaient au bruit du tonnerre. Ce tremblement de terre aurait été ressenti jusqu'au N'zi, affluent du Congo.

Toutes les secousses renseignées ci-après, de décembre 1902 au 4 juin 1903, ont été ressenties dans le haut Congo par les membres de la mission Ch. Lemaire, et la relation en a été donnée par le commandant de l'expédition.

16 *décembre* 1902. — Nous avons ressenti deux secousses de tremblement de terre. L'heure approximative était 20 h. 30 m. La première secousse a été assez faible et a duré au plus deux secondes; la deuxième, qui a suivi à quelques secondes d'intervalle, a été plus forte et a duré au plus 4 secondes. Ces secousses ont provoqué des vibrations très sensibles de toute la maison que nous occupions; elles étaient tout à fait analogues aux vibrations occasionnées dans une ville par le passage d'un très lourd chariot sur une route pavée. Elles étaient accompagnées d'un bruit semblable à une série de très sourdes détonations se succédant à des intervalles très rapprochés et isochrones et on pouvait se baser sur la direction dans laquelle ce bruit se propageait pour apprécier la direction du séisme; cette direction a été de WSW. vers ENE.; l'extinction du bruit s'est faite assez rapidement, mais régulièrement. Une heure plus tard, le phénomène s'est de nouveau fait entendre pendant quelques secondes.

Une femme indigène, venue le soir même de l'Ouest, nous a dit avoir ressenti des secousses le matin du même jour.

---

(1) D'après A. Angot, dans *La Géographie*, n° du 15 janvier 1904.

Enfin un de nous avait déjà observé le même phénomène (secousses et bruit) le 14 décembre, vers 9 heures.

Quatre secousses en deux jours ont donc été observées.

25 *mai* 1903. — A 14 $^1/_2$ h., le capitaine Gœbel vient me demander (c'est toujours le commandant Lemaire qui parle) si je n'ai pas ressenti une secousse de tremblement de terre. Chez lui les meubles ont été remués et un couvercle de boîte métallique a été renversé.

Le lieutenant Paulis me confirme que sa table de travail a été prise d'un léger tremblement.

Personnellement je n'ai rien remarqué, M. le sous-lieutenant Caroëli non plus. Sur ma demande, le capitaine Gœbel me remet une note que je transcris ci-dessous :

« Étant à lire chez moi vers 14 heures, je me suis aperçu que mon lit, ma « table et d'autres objets vacillaient. Je crus d'abord à un fort coup de vent. « Sentant ensuite le sol trembler sous mes pieds, je regardai plus attentive« ment : je vis une bouteille osciller et en même temps un couvercle de boîte « en métal tomba dans un autre coin de ma chambre. Mon chien à ce moment « se réfugia près de moi, l'air très inquiet.

« Je crois à un léger tremblement de terre. Il était à ma montre 13 h.40 m.

« A l'appel de 14 $^1/_2$ h. j'ai demandé aux Européens du poste si aucun « d'eux n'avait ressenti cette impression. Après quelque réflexion, l'adjoint« militaire Goedvriendt m'a dit que, vers la même heure, un énorme bloc de « pisé s'est détaché d'un de ses murs et est tombé par terre. Son boy en ce « moment est entré chez lui en disant : *N'dakau alingi aké na nielé* (la « maison veut aller à terre). La maison étant vieille, M. Goedvriendt a pris « cela pour une plaisanterie. »

« Le Dr Bignami, vers la même heure, a vu sa porte se fermer deux fois « de suite et a eu l'impression que plusieurs rats s'étaient donné rendez-vous « dans son toit, ce qui l'avait distrait de sa lecture. »

2 *juin* 1903. — M. le sous-officier Buelens, rentrant aujourd'hui d'Aba-Station, me dit que le 25 mai un tremblement de terre a été constaté à Aba-Station, vers 14 heures; les maisons ont tremblé et les Européens ont cru prudent de les évacuer un moment.

4 *juin* 1903. — A 17 h. 10 m. (temps vrai local) une secousse de tremblement de terre est nettement ressentie.

Je suis sous ma véranda et à l'heure indiquée j'ai l'impression que quelqu'un remue des objets dans ma chambre; l'impression est si nette que je demande à haute voix : « C'est vous Paulis » ? A peine ai-je prononcé ces mots, que les bambous qui forment les chevrons du toit se mettent à craquer très légèrement et que toute la demeure a une très légère oscillation. Cela dure peut-être 12 à 15 secondes.

J'interpelle M. le commandant Bruneel qui, à 44 mètres de mon habitation, est auprès d'un théodolite dont nous venions de régler le niveau. Sans penser à une secousse sismique, il a nettement entendu le léger craquement de la charpente et du toit de ma maison. (C'est un craquement de l'espèce qui, le 25 mai dernier, aura donné au Dr Bignami l'impression que des rats circulaient dans son toit.) Le théodolite du commandant Bruneel n'était pas dénivelé. En même temps le commandant Bruneel et divers blancs arrivent vers moi en me disant : « Notre maison vient d'être secouée, on a vu les piliers trembler ».

20 *juin* 1903. — Très fortes secousses au poste de La Lowa, vers 10 h. 40 m. Leur durée totale a été de 15 secondes environ.

— LE SPECTRE DE LA COMÈTE *C* 1903. — Dans les nuits du 13 et du 15 juillet 1903, M. Curtis, de l'Observatoire Lick, trouva que le spectre visuel de cette comète était intense et continu, avec les trois bandes caractéristiques des spectres cométaires; celle qui a pour longueur d'onde 477 était de beaucoup la plus brillante.

Il essaya de photographier ce spectre avec le télescope de 90 centimètres d'ouverture, en donnant six heures de pose, mais il n'obtint aucun résultat, en raison de l'état intrinsèque trop faible de la comète.

En ajustant un petit spectroscope à fente au télescope Crossley, M. Perrine obtint la photographie de ce spectre après une exposition de quatre heures : ce spectre contenait les cinq bandes fournies à Campbell par les comètes *b* 1893 et *b* 1894, et qui ont pour longueurs d'onde 388, 409, 421, 436 et 473.

L'éclat de ces bandes est le même que celui des bandes photographiées précédemment, à l'exception de celle qui a pour longueur d'onde 420, l'une des plus brillantes dans les comètes antérieures, mais qui était très faible dans la comète *c* 1903.

— LES TACHES DE SATURNE. — Pendant les mois de juin, juillet et août 1903, M. Denning a observé régulièrement la planète Saturne et noté 75 passages au méridien.

Plusieurs taches des plus remarquables se meuvent plus lentement qu'on ne l'avait calculé jusqu'ici, et semblent avoir une période de rotation d'environ 10^h39^m5.

Les végétaux et la gelée.

A cette époque de l'année, où la végétation sort de son repos hivernal, où la verdure et les premières fleurs s'étalent et donnent à la nature un aspect aussi riant que varié, des gelées même assez faibles peuvent causer de véritables désastres dans les jardins et dans les vergers. En effet, tandis que les plantes parviennent souvent par des moyens spéciaux et même ingénieux à atténuer ou à éluder dans une certaine mesure les effets nuisibles provoqués par des conditions climatériques défavorables : manque ou excès d'humidité, de lumière, etc., nous en trouvons au contraire un grand nombre réduites à une impuissance complète dans la lutte qu'elles devraient pouvoir soutenir contre le froid en vue de maintenir leur existence. Il en résulte qu'un excès de froid constitue pour la vie des végétaux un obstacle très sérieux. Cette considération nous a conduit à relater ici les principaux faits connus au sujet de l'action des gelées sur la plante en général.

Les refroidissements du printemps et de l'automne, les plus préjudiciables aux cultures, se produisent ordinairement pendant la nuit sous l'influence du rayonnement et notamment de celui qui s'exerce à la surface de la plante même et dont la puissance, abstraction faite des conditions locales (1), peut varier d'espèce à espèce. Laissant de côté le pouvoir de résistance spécifique ou individuel d'une plante à l'égard du froid, on peut dire que le degré de nocuité d'une gelée est subordonné à deux facteurs principaux, savoir : la durée du refroidissement et son intensité. Des plantes très sensibles supportent sans dommage une température basse agissant pendant un laps de

(1) Rappelons notamment que la présence de rosée sur une euille affaiblit son coefficient de radiation, comme l'a constaté A. MAYER (*Amer. Journal of Science*, 1893, p. 340).

temps très court, tandis que les mêmes individus périront sous l'action d'une température moins basse, mais prolongée. Les expériences de Göppert ont montré que des végétaux ayant résisté à des températures de —2° et —3°, auxquelles ils avaient été soumis pendant peu de temps, périssaient au contraire quand on les maintenait longtemps à une température de —2°. C'est là, du reste, une chose dont la vérification peut se faire très facilement en cette saison. En effet, près de la surface du sol, et notamment du sol gazonné, le minimum nocturne de la température descend fréquemment à des valeurs bien basses sans que des plantes délicates placées au même niveau semblent en être affectées (1). Ces faibles températures sont le plus souvent inoffensives, parce qu'elles se produisent généralement à la fin de la nuit, vers le moment du lever du soleil. Dès que cet astre apparaît à l'horizon, le refroidissement ne tarde guère à s'arrêter et la température des végétaux commence à se relever.

Pour mieux faire ressortir ce fait, nous avons effectué à

---

(1) Voici du reste, pour les mois du printemps et de l'automne, quelques chiffres qui montreront avec quelle fréquence la gelée nocturne s'observe près de la surface du sol.

Dans le tableau ci-après, nous donnons le nombre de nuits pendant lesquelles la température est descendue sous zéro à Uccle.

Années.	I. — Dans l'abri météorologique, à 1m50 au-dessus du sol.					II. — À la surface du sol gazonné.				
	Mars.	Avril	Mai.	Sept.	Octob.	Mars.	Avril.	Mai	Sept.	Octob.
1898. .	9	1	0	0	0	18	15	8	6	5
1899. .	6	2	0	0	0	18	9	7	0	18
1900. .	8	5	1	0	2	20	12	12	2	9
1901. .	4	0	0	0	0	10	11	4	0	11
1902. .	6	1	1	0	0	16	12	11	2	13
	33	9	2	0	2	82	59	42	10	56

Le calcul montre que les deux totaux sont entre eux à peu près comme 1 est à 6.

la fin de l'automne dernier quelques observations de minima atteints pendant la nuit à la surface des feuilles de certaines plantes, très sensibles, comme on le verra. Ces végétaux, plantés au début de l'été dans un endroit bien découvert du parc météorologique de l'Observatoire d'Uccle, étaient sains et vigoureux. Les thermomètres à minima mis en observation étaient fixés sur un support métallique et leur réservoir maintenu en contact avec la face supérieure du limbe d'une feuille. Le tableau ci-après (p. 124) rend compte du résultat des constatations (1). Les chiffres entre parenthèses donnent la hauteur au-dessus du sol du réservoir du thermomètre.

Il faut reconnaître que les valeurs obtenues dans ces conditions d'installation peut-être trop rudimentaires, ne représentent pas tout à fait des températures physiologiques au sens strict du mot, vu qu'elles résultent de la coopération de facteurs assez divers, tels le niveau occupé par l'instrument, le pouvoir rayonnant de la feuille et du réservoir thermométrique, etc. Leur constatation montre toutefois qu'à la fin de l'automne, les organes aériens de plantes délicates comme l'*Héliotrope,* le *Canna indica,* le *Ricin sanguin,* le *Dahlia,* etc., sont à même de résister à des températures bien inférieures à 0°, mais de courte durée.

Les végétaux présentent contre le froid certaines propriétés de résistance non seulement génériques, mais spécifiques et à un certain degré individuelles (2). Ces propriétés sont d'origine interne, mais certaines conditions externes et notamment celles de la culture peuvent les faire varier.

---

(1) J'adresse tous mes remercîments à M. Jean Vincent, météorologiste à l'Observatoire, qui a bien voulu déterminer la correction des thermomètres et se charger pendant mon absence d'une partie des observations.

(2) Chez les arbres, ce pouvoir de résistance peut même varier d'une branche à une autre sur un même sujet, comme l'a observé F. Noll pendant l'hiver de 1879-1880. D'après Noll, les parties plus résistantes posséderaient des propriétés spéciales et probablement constantes. Il conseille en conséquence d'en prendre des boutures ou des greffes de façon à former des individus mieux armés contre la gelée. (*Ueber frostharte Knospenvariationen*, LANDWIRTH. JAHRBUCHER, Bd. XIV, 1885, H. 5-6, S. 362.)

DATES.	Températures nocturnes minima relevées								État des plantes.
	à la surface des feuilles de					à la surface du gazon.	à 10 centim. au-dessus du gazon.	sous l'abri thermométrique.	
	Héliotrope (10 centim.)	*Tropaeolum* (15 centim.)	*Canna indica* (20 centim.)	*Ricin sanguin* (45 centim.)	*Dahlia* (75 centim.)				
1er novembre 1903	2°8	1°8	2°7	3°3	4°3	— 2°1	2°2	6°8	Intact.
2 »	3.1	3.0	6.8	3.0	5.0	— 0.7	3.2	6.0	»
3 »	0.5	— 0.1	0.5	0.9	2.6	— 2.7	0.0	4.6	»
4 »	7.8	7.6	8.0	8.0	7.8	7.3	8.0	7.9	»
5 »	3.1	2.9	2.5	3.3	3.7	— 1.5	2.6	3.7	»
6 »	— 1.8	— 2.5	— 1.4	— 2.0	— 2.0	— 4.1	— 2.0	0.0	»
7 »	— 1.5	— 2.2	— 1.5	— 0.5	0.5	— 4.7	— 2.1	2.0	»
8 »	2.3	2.1	2.3	3.4	4.2	— 1.9	2.2	5.4	»
9 »	— 1.2	— 1.2	— 0.3	0.1	1.0	— 4.5	— 1.4	2.1	»
10 »	1.5	0.7	»	»	2.2	— 0.9	2.0	3.7	»
11 »	2.1	6.6	6.9	»	7.2	5.3	7.2	8.1	»
12 »	3.8	3.2	5.4	4.2	4.4	0.8	3.7	6.9	»
13 »	8.5	8.2	8.4	8.4	8.3	7.4	8.5	9.1	»
14 »	4.2	3.9	»	4.9	4.6	2.4	4.5	5.6	»
15 »	»	»	»	»	»	1.7	3.4	4.5	»
16 »	0.5	0.1	— 0.2	1.0	0.8	— 1.6	0.7	1.9	»
17 »	— 1.1	— 1.1	0.7	— 1.1	— 0.9	— 3.1	— 1.3	1.6	»
18 »	— 1.7	— 1.3	1.4	— 1.6	— 0.9	— 3.6	— 2.4	1.0	»
19 »	— 1.0	— 1.4	— 0.2	— 1.2	2.2	— 2.5	— 1.2	— 0.3	»
20 »	— 5.4	— 4.8	»	— 4.9	— 4.7	— 8.7	— 6.3	— 4.2	Parties aériennes gelées. Plante morte.

On est parvenu dans certains cas, par une suite de sélections appropriées, à accumuler ou du moins à accentuer ces qualités chez certaines espèces. La création de ces races robustes acquiert une véritable importance, notamment en arboriculture et en agriculture. Sous ce rapport, les céréales, certains légumes et plantes fourragères nous offrent quelques exemples de variétés remarquables.

La plupart des horticulteurs et agriculteurs pensent encore que ce n'est pas tant la gelée même qui tue la plante, mais plutôt le dégel trop rapide. Conformément à ce principe, on croit assez communément qu'on arrachera à la mort une plante délicate et gelée en la laissant dégeler lentement et, au besoin, en l'arrosant d'eau froide. Le célèbre botaniste allemend Julius Sachs partageait aussi cette opinion. Il n'en est pourtant pas ainsi, comme l'ont établi les patientes recherches de Göppert (1), de Müller-Thurgau (2) et d'Hugo De Vries (3).

Une plante soumise pendant un temps suffisamment long à une température inférieure à sa température inframinimale est perdue, que le dégel soit accéléré ou lent. On sait, du reste, qu'un dégel rapide ne tue pas les plantes adaptées à supporter des températures inférieures à 0°. En outre, W. Kühne (4), étudiant l'effet produit par le froid sur le protoplasme végétal, a observé que celui-ci s'agglutine et se contracte avant le dégel.

Certains végétaux sont d'ailleurs condamnés, en raison de l'emplacement qu'ils occupent, à subir fréquemment des variations thermiques brusques et considérables. Sans parler de nos espèces indigènes et appropriées à notre

---

(1) *Ueber das Gefrieren, Erfrieren der Pflanzen und Schutzmittel dagegen* (résumé dans FORSCHUNGEN AUF DEM GEBIETE DER AGRIKULTURPHYSIK, vol. VI, H. 3 et 4, p. 362).

(2) *Ueber das Erfrieren und Gefrieren der Pflanzen* (LANDWIRTH. JAHRBÜCHER, 1886, H. 3 et 4).

(3) *Matériaux pour la connaissance de l'influence de la température sur les plantes.* (ARCH. NÉERLANDAISES DES SCIENCES EXACTES ET NATURELLES, vol. V, p. 385).

(4) *Untersuchungen über das Protoplasma.* Leipzig, 1864. (Cité dans MÜLLER-THURGAU, *loc. cit.*)

climat inconstant, rappelons que dans les régions polaires et au sommet des montagnes élevées, les plantes, en passant de l'ombre au plein soleil, ce qui, dans certains cas, se fait très brusquement, se trouvent exposées à des températures extrêmement différentes, et subissent un dégel particulièrement rapide. Il est cependant permis de croire que dans la majorité des cas, les fluctuations thermiques considérables et répétées doivent exercer sur la plante une influence néfaste par suite des troubles physiologiques qu'elles provoquent nécessairement.

La température inframinimale au delà de laquelle les phénomènes vitaux d'une plante prennent fin, varie probablement d'espèce à espèce ou d'individu à individu. Certaines espèces succombent déjà à des températures de 2 et 5°, comme l'a constaté Molisch (1), tandis qu'à Jakutsk et à Werchojansk, où la température descend très souvent à 60° sous zéro, la flore comprend encore environ deux cents espèces. Pour la majeure partie des plantes des régions chaudes, la température mortelle est un peu inférieure à 0°. Cela est dû en partie à ce que les liquides contenus dans les tissus végétaux ne sont pas de l'eau pure, mais des solutions salines ou des substances organiques circulant en outre dans des espaces capillaires. On sait que dans ces conditions le point de congélation se trouve notablement abaissé (2). Toutefois, la simple congélation des liquides remplit dans le processus de la mort par le froid un rôle moins important qu'on ne l'a cru jadis, puisque beaucoup d'espèces la supportent un grand nombre de fois sans accident. La mort d'une plante gelée n'est d'ailleurs pas provoquée, comme on l'a pensé longtemps, par l'éclatement ou le déchirement des tissus causé par la dilatation des liquides congelés contenus dans les cellules. Les observa-

---

(1) Cité dans SCHIMPER, *Pflanzengeographie*, S. 43. Jena, 1898.

(2) Voir sur ce point KOCHS (BIOLOG. CENTRALBLATT, octobre 1892) et MOUSSON (ANN. DER PHYS. UND CHEMIE, 1858, Bd. 105. p. 161).

tions microscopiques ont montré, au contraire, que; dans la majorité des cas, les membranes restent intactes et que la glace se forme hors des cellules dans les méats intercellulaires et ordinairement remplis d'air (1).

Les cristaux de glace ainsi formés s'accroissent par la congélation de l'eau qui afflue des cellules voisines. Par une forte augmentation de volume, ils peuvent, il est vrai, dans certains cas, comprimer les cellules en partie vidées ou entamer les membranes, mais cette poussée s'exerce de l'extérieur et non de l'intérieur de la cellule. Ces diverses constatations font supposer que l'action capitale de la gelée se traduit dans la cellule par une déformation moléculaire de la membrane protoplasmique, à la suite de laquelle celle-ci perd le pouvoir d'y retenir les liquides qu'elle enveloppe. Les cellules privées de leurs liquides constitutifs perdent peu à peu leur turgescence et finissent par mourir de soif.

La valeur de la température inframinimale d'un végétal dépend de plusieurs facteurs, dont les principaux sont fournis par son état de santé, son âge, sa teneur en matières liquides, le degré de lignification de ses organes. Plus une plante contient de liquide, plus elle devient sensible aux attaques de la gelée. Ainsi, il est bien établi qu'un hiver froid succédant à un été humide et peu ensoleillé, est particulièrement préjudiciable aux arbres et arbustes, parce que, dans ce cas, les rameaux sont incomplètement lignifiés et souvent encore gorgés de liquides à l'époque où surviennent les grands froids. Cela nous explique aussi pourquoi les gelées tardives du printemps sont généralement plus redoutables que les gelées précoces de l'arrière-saison. En effet,

---

(1) D'après Göppert et Sachs, cités dans W. PFEFFER, *Pflanzenphysiologie*, Bd. II. Leipzig, 1897. — Voir aussi PRILLIEUX, *Sur la formation des glaçons à l'intérieur des plantes* (ANN. DES SCIENCES NATURELLES, 5e série, « Botanique », t. XII, p. 125-134); MÜLLER-THURGAU, *Über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen*, I (LANDWIRTH. JAHRB., Bd. IX, Heft I, S. 133-190); NÄGELI, *Über die Wirkung des Frostes auf die Pflanzenzellen* (SITZUNGSBER. DER MÜNCHENER AKAD., 1861, S. 264).

au printemps, les plantes portent des organes incomplètement formés, fort tendres, très aqueux et pauvres en substances minérales ou, comme on dit en langage horticole, non « aoûtés » et, partant, très sensibles au froid.

La sécheresse et l'agitation de l'air contribuent aussi à rendre la gelée plus nuisible, car elles activent la transpiration des plantes et augmentent ainsi chez elles le besoin d'eau. Elles devraient donc pouvoir absorber plus de liquide. Or, différentes expériences ont démontré que l'absorption d'eau par les racines s'affaiblit quand la température s'abaisse, et qu'elle cesse vers 0°. Certaines plantes, même de grande culture, tels que le tabac, le colza, se flétrissent dès que la température du sol humide, dans lequel se trouvent leurs racines, s'abaisse à 2 ou 4° (1). Donc, le sol étant trop froid et l'air sec, la perte d'eau résultant de l'excès de transpiration ne peut être réparée convenablement et la soif vient s'ajouter aux effets funestes produits par le froid.

De tous les faits que nous venons de passer en revue, le principal à retenir est, qu'au point de vue physiologique, un excès de froid équivaut pour la plante à un excès de sécheresse.

E. VANDERLINDEN.

Simultanéité des changements solaires et terrestres.

L'histoire de la science témoigne de cas nombreux où des applications pratiques importantes sont nées d'études abstraites sans utilisation apparente. Les annonces du temps à longue échéance, qui semblent entrer dans la voie de la pratique comme un résultat de l'observation des changements solaires, en sont un exemple.

(1) W. PFEFFER, *Pflanzenphysiologie*, Bd. I, S. 211.

Les premières indications de ces changements sur le Soleil remontent à une date très ancienne et ont été l'origine de quelques-unes des branches d'observation auxquelles on a recours pour l'étude de ces changements.

Je citerai d'abord les conclusions auxquelles on est arrivé avant les vingt-cinq dernières années sur la relation des changements simultanés sur le Soleil et sur la Terre.

L'existence des taches solaires et d'une force qui agit sur l'aiguille aimantée semblent avoir été connues des anciens Chinois. Dans les temps modernes, les recherches que nous voulons examiner remontent à l'époque de Galilée (1564-1642) et de Képler (1571-1630).

On doit à Galilée, Fabricius et Scheiner les premières observations télescopiques des taches du Soleil; à Képler, les bases de l'analyse spectrale, qui nous a révélé la chimie du Soleil et de ses taches, mais qui permet, en outre, l'étude journalière d'autres phénomènes, entre autres des proéminences solaires, étude qui se montrera probablement plus importante que celle des taches elles-mêmes par ses conséquences pratiques.

C'est là une indication toute récente, de sorte que nous aurons d'abord à signaler une longue période d'années où les taches et leurs échos terrestres étaient seuls en question.

D'après le professeur Wolf (cité par M. Köppen), Riccioli a émis l'idée en 1651, peu de temps après la découverte des taches solaires, qu'il pourrait exister une corrélation entre elles et les changements de temps (1).

Au début du dernier siècle, sir W. Herschel, appelant l'attention sur ce sujet, écrivait (2) :

« Le premier fait qui résulte des observations astronomiques sur le Soleil est que la durée de disparition des taches est beaucoup plus longue que celle de leurs apparitions.

---

(1) BLANFORD, *Bengal Asiat. Soc. Journ.*, t. LXV, Part II, 1875, p. 22.
(2) *Philosoph. Transact.*, 1801, p. 265.

« Quant à la rigueur ou à la douceur contemporaine des saisons, il est à peine nécessaire de faire remarquer qu'on ne peut rien obtenir de décisif. Toutefois, une source indirecte d'information nous est ouverte en étudiant l'influence des rayons solaires sur la végétation du froment dans notre contrée. Je n'entends pas dire que c'est là un critérium de la quantité de lumière et de chaleur émise par le Soleil, encore moins que le prix de cet article représente exactement la rareté ou l'abondance de la production absolue dans le pays.

« En passant en revue la période de 1650-1713, il semble probable, d'après les prix dominants du blé, qu'une rareté ou un déficit temporaire de végétation a lieu généralement quand le Soleil est *privé* de ces apparences que nous considérons comme des symptômes d'émission copieuse de lumière et de chaleur.

« A ceux qui ont l'expérience de l'agriculture et ne manqueraient pas de faire observer que le blé croît aussi sous des climats plus froids que le nôtre et qu'une distribution appropriée de la pluie et des temps secs a sans doute une plus grande importance que la quantité absolue de lumière et de chaleur dérivée du Soleil, je pourrais suggérer que ces mêmes circonstances d'alternatives de pluie, de temps sec, de vent, etc., favorables à la végétation, peuvent dépendre d'une certaine quantité de rayons solaires qui leur sont fournies. »

La suggestion d'Herschel était hardie, car si parfaites qu'aient pu être les statistiques sur le prix du blé, on n'avait aucune recherche continue sur les changements observés sur la surface solaire et il n'avait pas été fait de tentative sérieuse pour en déterminer la loi.

En 1825, cette tentative fut réalisée par Schwabe, de Dessau, qui découvrit un cycle d'environ 11 ans dans les changements solaires. La question a été ensuite reprise par R. Wolf.

Herschel avait associé la variation du nombre des taches avec celle du prix du blé, le lien entre ces deux phénomènes étant le beau ou le mauvais temps : c'était pour lui une simple question de météorologie.

Un an après la publication d'Herschel, Wollaston étendit les travaux antérieurs de Képler et de Newton en découvrant dans le spectre solaire un grand nombre de lignes sombres, dont le relevé fut fait pour la première fois par Fraunhofer, en 1814.

Peu après 1850, on se préoccupa du rapport des taches solaires avec le magnétisme terrestre en même temps qu'avec la météorologie; c'était l'introduction d'une idée nouvelle.

Lamont, Sabine et Allan Broun trouvèrent une coïncidence marquée entre les variations des forces magnétiques, telles qu'on les observe à la surface de notre planète au moyen d'aimants suspendus délicatement, et l'aire totale des taches sur le Soleil. A notre époque de vie télégraphique, ce n'est pas là une simple constatation, non susceptible d'intéresser le public, car il devient très difficile d'expédier une dépêche d'un endroit à un autre lorsque les mouvements magnétiques sont considérables, et que les perturbations atteignent un maximum.

La période voisine de 1860 est devenue mémorable par une extension des travaux de Képler et de Newton, lorsqu'on expliqua les raies sombres observées dans le spectre solaire par Wollaston et Fraunhofer.

Dès lors, une étude moins problématique de la nature du Soleil devint possible. Les noms de Kirchhoff, Bunsen, Angström, Stokes, Balfour Stewart sont impérissables, pour avoir montré, dans l'analyse spectrale, le moyen pratique de converser chimiquement avec les mondes éloignés de l'espace, ces mondes comprenant avant tout le Soleil, bien qu'il soit pratiquement notre voisin.

Il est maintenant établi que la radiation solaire est due à

l'incandescence de vapeurs métalliques et de gaz dans l'atmosphère solaire, métaux et gaz dont la plus grande partie nous est familière sur la Terre. Non seulement la haute température de cette atmosphère était ainsi démontrée, mais on vit ensuite qu'au-dessus de la surface apparente du Soleil existe une atmosphère absorbante composée de vapeurs plus froides, assez chaudes cependant pour que le fer et d'autres métaux y soient volatilisés.

En 1865, De la Rue, Stewart et d'autres savants, en vue de déterminer avec plus de soin la périodicité des phénomènes solaires, organisèrent à cet effet un service à Kew. Tandis que les précédentes observations de Schwabe et Wolf étaient faites à simple vue, la photographie, que les travaux de Warren de la Rue avaient introduite en astronomie, fut alors mise à profit pour obtenir chaque jour une image du Soleil.

En 1866, une nouvelle méthode d'observer les changements solaires, qui consiste à projeter l'image du Soleil sur la fente d'un spectroscope, révéla le fait que le spectre des taches n'est pas le même que celui de l'atmosphère générale; certaines raies y sont élargies (1).

En 1867, Baxendell (2) signala une connexion entre les changements de l'aire des taches et ceux des températures terrestres. Il nota une corrélation distincte et frappante du nombre des taches solaires, d'une part avec le rapport qui existe entre la différence du maximum moyen de la radiation solaire et le maximum moyen de la température de l'air, d'autre part avec la température moyenne de l'air et l'évaporation.

En 1868, on découvrit une méthode spectroscopique pour observer en plein jour les *protubérances* et les *flammes rouges* qu'on n'avait jusqu'alors aperçues que pendant les

---

(1) Lockyer, *Proc. Roy. Soc.*, 11 octobre 1866.
(2) *Mem. of the Manch. Lit. and Phil. Soc.*, Vol. IV, 3e series, p. 128.

éclipses, et l'on établit qu'il existe autour de la surface apparente du Soleil une enveloppe, dite *chromosphère,* de gaz et de vapeurs incandescents, renfermant en particulier de l'hydrogène et une substance nouvelle appelée depuis *hélium* [1].

Les nombreuses observations spectroscopiques faites à cette époque sur les taches et les protubérances, montrèrent qu'il existe de grandes variations de température dans les différentes régions du Soleil, et peut-être aussi, comme conséquence, dans la quantité de chaleur rayonnée vers la Terre. Ces variations, telles qu'on les observe, conduisent à imaginer qu'il pourrait exister un cycle de changements terrestres liés, non plus seulement au rôle du Soleil dans les phénomènes de rotation diurne ou annuelle, mais aux modifications physiques de l'astre lui-même, exigeant peut-être plusieurs années pour leur évolution.

Janssen [2] fit voir, en 1869, qu'une disposition spéciale du spectroscope permet d'obtenir une image du Soleil qui fait apparaître les protubérances aussi bien sur le disque que sur le pourtour.

On ne tarda pas à trouver que la réaction sur la Terre de ces fluctuations solaires n'est pas aussi limitée qu'il avait paru d'abord. Cette idée fut émise, en particulier, par Stone, de l'Observatoire du Cap, et Piazzi Smyth, de l'Observatoire d'Édimbourg, vers 1870 et 1871 ; mais la contribution la plus importante à ce sujet est due aux travaux d'un météorologiste distingué, M. le Dr Meldrum, directeur de l'Observatoire de Maurice, devenu l'Observatoire royal Alfred. Il a montré que le nombre des naufrages dans le port de Maurice et le nombre des cyclones observés dans l'océan Indien permettraient à chacun de déterminer le nombre de taches qui existaient en même temps sur le

(1) Lockyer, *Proc. Roy. Soc.*, 20 octobre 1868.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXVIII, 1869, p. 367.

Soleil. Maurice est admirablement placé pour ces observations, car les tropiques sont la véritable région qui se prête à rechercher l'action possible du Soleil. En fait, d'après Meldrum, le nombre maximum des cyclones est associé au nombre maximum des taches solaires. Il dit (1) :

« Pendant la période 1847-1872, certaines années ont été remarquables par la fréquence et d'autres par l'absence de cyclones :

De 1847-1851, fréquence de cyclones;
De 1852-1857, calme relatif;
De 1858-1863, fréquence de cyclones;
De 1864-1868, diminution de fréquence;
De 1868-1872, fort accroissement de fréquence.

« Ces années correspondent aux époques de maxima et de minima des taches solaires. Il me semble qu'il y a là plus qu'une coïncidence de temps.

« Le nombre des naufrages dans ces périodes montrent la même corrélation régulière. »

Peu après, en étudiant les cyclones des Indes occidentales, Poey (2) trouva que la plupart des années marquées par un maximum de tempêtes se présentaient, de six mois à deux ans au plus, après les années de maxima des taches solaires.

Sur douze maxima de tempêtes, dix coïncident avec les périodes maxima de taches. Sur cinq minima de tempêtes, cinq coïncident avec des minima de taches. Les résultats sont donc les mêmes pour les Indes orientales et occidentales.

Vint ensuite la question du cycle des pluies en relation avec celui des taches solaires (3).

Pendant les préparatifs de mon voyage dans l'Inde,

---

(1) *Nature*, t. VI, 1872, p. 357.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 24 novembre 1873, p. 1222.
(3) Lockyer, *Solar Physics*, 1874, p. 425.

en 1871, pour y observer l'éclipse totale de Soleil, M. Fergusson, éditeur du *Ceylan Observer*, alors à Londres, m'informa qu'à Ceylan chacun admettait un cycle d'environ treize ans dans l'intensité de la mousson, et qu'il en était de même pour la pluie et la nébulosité du ciel. Étant intéressé aux questions solaires, je lui dis : « Êtes-vous bien sûr que le cycle est de treize ans et non de onze ans? », ajoutant comme motif que la période des taches solaires est d'environ onze ans et que la régularité du temps sous les tropiques, si elle existe, doit avoir la même règle.

Il advint ensuite que la période à Ceylan était réellement de onze années : cinq ou six années sèches et cinq ou six années humides, et qu'on y avait reconnu une plus longue période, de trente-trois ans.

M. Meldrum passa aisément des cyclones à la pluie, parce que les cyclones sont accompagnés en général de pluies torrentielles. L'étude des pluies à Port-Louis, Brisbane et Adelaïde mit hors de doute la périodicité prévue.

Au retour de l'Inde, en compulsant les observations du Cap et de Madras pour les périodes intéressantes, je reconnus la même correspondance; je m'associai alors aux idées de M. Meldrum pour provoquer de nouvelles recherches et j'écrivis (1) :

« Sûrement, en météorologie comme en astronomie, la chose à poursuivre est un cycle et, si l'on ne doit pas le trouver dans les régions tempérées, il faut le chercher dans les régions glacées ou dans les zones torrides. Si on le trouve, de quelque manière que ce soit, qu'on l'étudie, qu'on l'enregistre et qu'on examine ce qu'il signifie. Si l'on ne découvre pas de cycle, qu'on y renonce pour un certain temps si l'on veut, mais que l'on établisse la science sur une base physique inébranlable, comme le suggérait il y a longtemps M. Balfour Stewart, avant de quitter la direction de l'Ob-

(1) *Solar Physics*, p. 424-425.

servatoire de Kew, au grand détriment de la science anglaise. Et lorsqu'on aura trouvé une telle base, qu'on attende tranquillement des résultats. « En l'absence de ces méthodes, établir ce qui arrive au thermomètre à boule noire dans le vide ou à son compagnon exposé à l'air libre, n'a, au point de vue des recherches, qu'une importance de dixième ordre. »

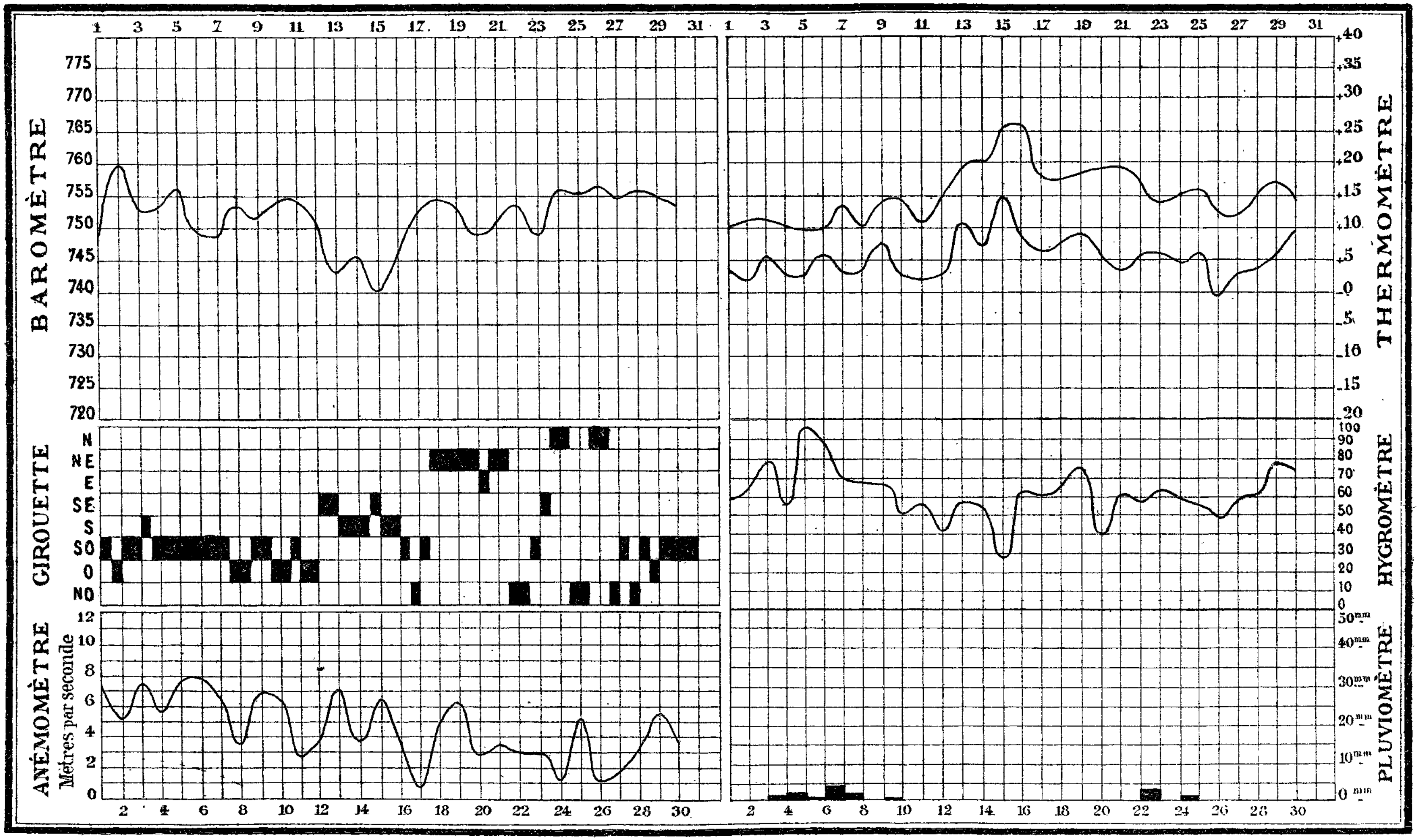
Faisant allusion surtout au mémoire de M. Meldrum, j'ajoutais :

« Il y a là une évidence suffisante pour nous rassurer sur l'état présent de la météorologie. Un cycle très important a été découvert, analogue sous beaucoup de rapports au Saros des anciens astronomes, et la période de onze ans peut être appelée le *Saros météorologique;* et, de même que les anciens astronomes étaient profondément ignorants des causes de la période Saros, les météorologistes actuels sont non moins ignorants de la véritable nature des relations entre le Soleil et la Terre.

« Que faut-il donc pour découvrir la nature de ce lien? Deux choses sont nécessaires : connaître exactement d'abord les courants du Soleil et ensuite ceux de la Terre. Les efforts réunis de la photographie et de l'analyse spectrale fourniront les premiers; on demandera les seconds aux progrès de la météorologie considérée comme une science physique, et non pas seulement comme une statistique du temps. Quand ces éléments seront réunis, et ils le seront bientôt, nous aurons une science météorologique établie sur une base solide : ce sera la météorologie de l'avenir. »

A l'époque où ce qui précède était écrit, les autorités de l'Inde reconnaissaient l'importance de telles recherches. L'Inde est sous les tropiques, c'est une enfant du Soleil, ses habitants dépendent presque entièrement des pluies bienfaisantes que leur dispense, plus ou moins largement, l'action solaire. L'Inde avait aussi alors une organisation météoro-

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Avril 1904.



N. B. — La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima. Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

logique qui s'annonçait comme la mieux établie du monde, et les météorologistes avaient le sentiment que, derrière leurs registres d'observations, quelque chose était de nature à les encourager dans leur mission officielle, dans le but à atteindre, et que ce but était le Soleil. A mon séjour dans l'Inde, en 1872, lord Mayo, alors vice-roi, me fit l'honneur de me demander d'aller à Simla en vue de choisir une station pour l'établissement d'un Observatoire de physique solaire. Il y a trente ans de cela! Par malheur, j'étais secrétaire de la Commission du duc de Devonshire, alors en session, et ne pus m'absenter. Le projet soumis aux autorités indiennes, à vrai dire grandiose, très développé, fut abandonné.

(*A suivre.*) N. LOCKYER.

Phénomènes sismiques principaux enregistrés à Uccle.

JANVIER, FÉVRIER et MARS 1904.

Le relevé ci-après concerne : le mois de janvier à dater du 3, le mois de février tout entier, et les six premiers jours du mois de mars.

Depuis le 6 mars, le service est interrompu pour divers travaux à effectuer à la cave des pendules.

DATES.	P. T.	L. W.	FIN.	OBSERVATIONS.
	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	
20 janvier.	15. 1 28	15.11.28	15 48. 0	Belle phase.
29 — . .	0.29 36	0.39.42	1. 2. 0	Id.
4 février . .	20.56 22	21. 5.52	21.50. 0	Id.
20 — .	—	16.51.48	17. 8. 0	Sans phase.
24 — . .	—	16. 1.36	16.24. 0	Id.
25 — . .	—	18 58.38	19.28. 0	Id.
27 — . .	—	11.55 52	12 12. 0	Id.
4 mars . .	—	10.46.46	11.25. 0	Id.

O. SOMVILLE,
Assistant à l'Observatoire.

Revue climatologique mensuelle.

AVRIL 1904.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	751,6mm	752,0mm
— — — la plus élevée.	757,6	. .
— — — — basse.	745,3	.
Température moyenne du mois. . . .	9°0	10°5
— — la plus élevée . .	12,6	. .
— — — basse . .	5,3	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	25,8	26°2
Minimum — — . . .	— 4,1	— 0,2
Nombre de jours de gelée	3	1
— maximum de jours de gelée . .	10	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	187	162
— — (total possible) . . .	412	
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(21),NE(16) W(15), E(14)	SW(33),W(18) NW(12), S(11)
Vitesse moyenne du vent.	4,5m	4,6m
Humidité à midi	64,1	62,4
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	2,8mm	4,3mm
— totale du mois	85	128
Hauteur de pluie tombée	41	15
— de neige —	5	0
— totale d'eau —	46	15
— maximum —	124	. .
— minimum —	1	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . .	15	11
— de pluie	16	23
— de neige	2	0
— de grêle	2	1
— de tonnerre	1,2	1
— de brouillard	3	2
— couverts	2,3	1
— sereins	0,8	0
Nébulosité moyenne	6,3	7,4

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris a midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard a la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

LOCALITÉS.	Plus haute température.	Plus basse température.	Différence.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	27 8	2°8	25°0	0
Ostende (phare). . . .	25,5	1,7	23,8	0
Furnes	24,4	1,6	22,8	0
Ypres.	25,0	1,0	24,0	0
Iseghem	24,8	1,8	23,0	0
Somergem	26,7	0,2	26,5	0
Gand	26,1	1,9	24,2	0
Tournai	25,0	2,0	23,0	0
Mons	26,0	2,8	23,2	0
Borsbeke.	26,0	0,7	25,3	0
Paturages	25,5	— 1,9	27,4	1
Bruxelles (Jardin botanique)	27,3	2,0	25,3	0
Bruxelles (Nouv.-Marché-aux-Grains)	25,1	3,8	21,3	0
Uccle (Observatoire) . .	26,2	— 0,2	26,4	1
Malines	26,6	3,6	23,0	0
Anvers	26,9	2,1	24,8	0
Brasschaet	27,3	— 1,8	29,1	1
Turnhout	28,1	— 0,1	28,2	1
Bourg-Léopold	29,1	— 3,8	32,9	3
Maeseyck.	28,8	— 1,7	30,5	1
Saint-Trond	28,6	0,8	27,8	0
Goyer.	28,3	0,5	27,8	0
Cointe (Liége)	28,5	— 0,5	29,0	1
Tilff	28,9	1,6	30,5	2
Huy (Statte).	28,4	— 1,3	29,7	2
Huy	29,4	— 0,5	29,9	2
Gembloux	26,8	— 1,8	28,6	1
Maredsous	26,1	— 2,3	28,4	2
Florennes	25,0	— 4,1	29,1	4
Verviers (ville)	28,4	— 1,8	30,2	2
Verviers (tir). . . .	27,6	— 3,1	30,7	2
Spa	26,5	— 3,5	30,0	
Barrage de la Gileppe .	25,4	— 3,5	28,9	3
Hestreux.	26,4	— 2,2	28,6	2
Baraque Michel. . . .	19,5	— 5,0	24,5	3
Hockai	24,0	— 5,9	29,9	6
Stavelot	23,9	— 4,9	28,8	4
Saint-Roch	27,0	— 2,5	29,5	1
Bernistap.	24,2	— 7,0	31,2	8
Laroche	25,1	— 3,5	28,6	5
Bastogne	23,1	— 2,9	26,0	8
Beauplateau	22,9	— 2,8	25,7	2
Libramont	24,2	— 3,0	27,2	4
Carlsbourg	24,0	— 4,0	28,0	3
Arlon.	21,7	— 0,6	22,3	2
Etalle.	27,4	— 1,9	29,3	4

Avril 1904 a été doux, et à certain moment très chaud; il a été sec et en général assez beau. Sa place dans nos annales climatologiques sera marquée par la température exceptionnelle de la journée du 15.

Du 1er au 12, la moyenne thermique a été normale (8°0), puis est survenue la poussée extraordinaire de chaleur dont nous avons parlé dans un n° précédent de la Revue (p. 90). Du 13 au 16, le thermomètre a indiqué en moyenne 16°7, soit 8°1 de plus que la valeur normale pour ces quatre jours, et le 15 il est monté à 26°2, point de l'échelle qu'il n'avait jamais atteint en avril. Le maximum absolu de ce mois n'avait été jusqu'ici que de 25°8, et observé que six jours plus tard, c'est-à-dire le 21 (en 1870).

En certains points, comme on le verra par le tableau de la p. 139, il a fait, le 15, plus chaud encore qu'à Uccle.

C'est ainsi que dans le Limbourg et dans une grande partie de la province de Liége, le maximum de ce jour a presque partout dépassé 28°, et y a été en moyenne de 28°5; à Bourg-Léopold on a même relevé 29°1 et à Huy 29°4. Le plus bas maximum, 19°5, a été observé à la Baraque Michel.

Comme nous l'avons dit déjà (voir plus haut, p. 90), le minimum de la nuit du 14 au 15 a été non moins remarquable que le maximum de l'après-midi suivante. Il a été de 15°0 à Uccle, et plus élevé encore à l'est du pays, notamment dans la province de Liége, où l'on a noté : 18°1 à Huy-Statte, 18°2 à Cointe (Liége) et 15°8 au barrage de la Gileppe. Par contre, à l'extrême ouest du territoire, ce minimum n'a été : à Ostende, que de 12°7, et à Ypres, que de 11°8.

Du 17 jusqu'à la fin du mois, la température moyenne est restée de 1°1 supérieure à la normale (10°9 au lieu de 9°8), bien qu'un léger refroidissement se fût produit du 26 au 28 (7°7 au lieu de 10°1).

Le minimum absolu a eu lieu presque partout le 26, mais

il n'a pas été bien prononcé (—0°2 à Uccle). Dans la plus grande partie de la basse Belgique le thermomètre sous abri n'est pas même descendu au-dessous de 0°, et dans l'Ardenne les plus fortes gelées n'ont pas dépassé — 4 à — 7°.

Il est intéressant de constater que l'excès thermique de 1°5 qu'accuse la température moyenne d'avril 1904 est surtout dû aux maxima, car les minima ont plutôt été au-dessous des valeurs habituelles, notamment du 20 au 28. Du 1er au 12, la moyenne des minima nocturnes a été de 3°9, alors que la normale pour cette période est de 4°1; du 20 au 28, la moyenne a été à peine supérieure (4°2), tandis que la normale pour cette partie d'avril s'élève à 5°5. A la surface du gazon, les minima du thermomètre à l'air libre ont donné respectivement comme moyennes, pour les périodes correspondantes : du 1er au 12, +0°7; du 20 au 28, —1°0. Le 26, ce thermomètre a renseigné —6°2 comme minimum.

L'écart entre le maximum et le minimum absolus a été considérable dans certaines régions, ainsi que le montre le tableau de la p. 139. Il a dépassé en plusieurs points 30°, et a même atteint 32°9 à Bourg-Léopold. Dans le Brabant et dans les Flandres, il a été moindre : de 24° en moyenne.

Les précipitations météoriques ont été rares et faibles en avril 1904 : à l'Observatoire on n'a recueilli que 15 millimètres d'eau, et la plus forte quantité enregistrée en vingt-quatre heures n'a pas dépassé $4^{mm}1$, le 6; cinq jours seulement ont fourni 1^{mm} ou davantage, et du 8 au 30 le pluviomètre n'a reçu que 5^{mm}.

Des totaux inférieurs à 15^{mm} sont exceptionnels pour avril, bien que ce mois soit généralement l'un des plus secs de l'année : en 1840, on nota 10^{mm}; en 1864, 6^{mm}; en 1865, 7^{mm}; en 1870, 13^{mm}; en 1875, 8^{mm}; en 1883, 12^{mm}; en 1884, 11^{mm}; en 1893, 1^{mm}. Sur 72 mois d'avril (1833 à 1904), celui

de 1904 occupe donc le 9e rang au point de vue de la pénurie des chutes pluviales.

Cette année, le déficit s'est surtout fait sentir dans la région formée par la Flandre orientale et le Brabant, où l'on n'a mesuré que 16mm6 en moyenne. Dans la zone constituée par la Flandre occidentale, le Hainaut et la province de Namur, on a observé 20mm7; dans celle comprenant les provinces d'Anvers, de Limbourg et de Liége, 25mm2; et dans le Luxembourg, enfin, on a noté près de 31mm (30mm8).

Une seule station a constaté plus de 50 millimètres : c'est Saint-Roch, au sud de la province de Liége (51mm0).

Tout au début du mois il y a eu quelques giboulées (neige roulée), mais la neige proprement dite a fait complètement défaut. Il en est tombé un peu les 1er et 2 sur quelques sommets de l'Ardenne.

Le degré hygrométrique a été variable : de 72.6 en moyenne (à midi) du 1er au 9, il est tombé à 54.3 du 10 au 20, pour remonter à 62.1 du 21 au 30. Le minimum absolu a été de 27, le 15; pareille siccité de l'air est peu fréquente.

La caractéristique de la situation atmosphérique générale a, en avril 1904, été la suivante sur l'Europe occidentale : basses pressions au NW. et au N. du continent, hautes pressions au SW., notamment du 1er au 11 et du 24 au 30. Il en est résulté pour nous une prédominance des vents de SW. et d'WSW. Au milieu du mois, les basses pressions se sont trouvées à l'W. et les fortes pressions à l'E. : d'où courants de S. à SE. sur nos contrées, apportant un air très chaud et très sec. A Uccle, le baromètre s'est tenu bas pendant cette période de chaleur, excessive pour l'époque : du 13 au 16, en effet, il n'a marqué en moyenne que 743mm6 (à midi), la hauteur normale étant de 751mm7. Dans le restant du mois il a été assez élevé (754mm1). Il y a lieu d'ajouter que les variations de la colonne mercurielle ont été faibles en avril dernier.

Les vents de NE. et d'E., qui, en avril, sont habituellement représentés par 30 °/₀ dans le total des directions observées, ne l'ont été cette fois que par 14 °/₀.

Dans la première quinzaine, le vent a été assez fort (moyenne de 5^m9 à la seconde); dans la seconde, il a été modéré (3^m3).

La moyenne maximum pour une journée entière (minuit à minuit) a été de 7^m8, les 5 et 6; mais à certains moments de ces deux jours des vitesses sensiblement plus grandes ont été enregistrées : le 5, de 10 à 17 h. (moyenne de 11^m1 à la seconde); le 6, de 4 à 12 h. (moyenne de 12^m1). A cette dernière date, de 7 à 8 h., la moyenne s'est élevée à 13^m9 : c'est, pour la durée d'une heure, la plus forte de tout le mois.

Le maximum thermométrique de l'après-midi du 15 s'est produit, circonstance très rare, par vent fort (11^m8 en moyenne de 11 à 18 h.). Ce vent venait du Sud. Avant ou après cette agitation assez grande de l'air, l'anémomètre n'a indiqué qu'une vitesse de 3^m7 en moyenne.

L'atmosphère a été assez orageuse pendant la première quinzaine du mois. Des phénomènes électriques ont été observés à de fréquentes reprises, mais dans aucun cas il n'ont montré de violence. Le tonnerre a grondé en différents points du pays les 1er, 4, 9, 12, 13, 15 et 16. Les 14 et 17, des éclairs seulement ont été aperçus : le 14, à Assesse; le 17, à Bruxelles et à Bastogne. A partir de cette dernière date, on n'a plus signalé le moindre phénomène orageux.

Il est à remarquer que ces phénomènes se sont surtout montrés au S., à l'E. et au SE. du territoire, notamment les 9, 12, 15 et 16. Le 4, ils ont été localisés dans le Brabant, le Hainaut et les Flandres, mais le 13 ils ont embrassé la Belgique entière, depuis le littoral ou son voisinage jusqu'à l'extrême est du Luxembourg.

Le 13, deux coups de foudre se sont produits à Bellem et un à Aeltre-Sainte-Marie (Flandre orientale), sur des arbres.

Quelques stations ont noté deux jours d'orage, et Iseghem et La Roche (Ardenne) en ont indiqué trois. A Uccle, une seule journée, le 4, a été accompagnée de tonnerre. En mer, aucune manifestation orageuse n'a été constatée.

Une moitié du mois — du 10 au 25 — a été bien ensoleillée. On a compté 120 heures d'illumination solaire pour ces seize jours, ce qui fait une moyenne de 7 1/2 heures par jour, ou la moitié environ du temps pendant lequel le Soleil pouvait luire.

Malgré cette situation assez favorable pour une moitié d'avril, la nébulosité du ciel, si l'on considère l'ensemble du mois, a été assez forte dans le jour : elle s'est élevée au degré 8.2 de l'échelle (10 = maximum). Par contre, les nuits ont été claires en général (nébulosité moyenne de 4.8 seulement à 9 h. du soir), ce qui explique l'abaissement des minima thermométriques signalé plus haut.

Les plus intéressants phénomènes naturels observés en avril 1904 ont été les suivants : dès le 5, retour des hirondelles, mais en quelques points seulement; l'arrivée en grand nombre, sur toute l'étendue du pays, n'a eu lieu que du 12 au 14, en même temps que le rossignol et le coucou modulaient leurs premiers chants. Vers le même moment tous les arbres fruitiers étaient en pleine floraison.

A. LANCASTER.

Idées anciennes et idées modernes sur la Voie lactée.

Le nom même de la *Voie lactée* rappelle l'une des plus anciennes légendes qui s'y rattachent. La déesse Junon aurait consenti, à la prière de Jupiter, à allaiter Hercule enfant; mais le robuste et turbulent nourrisson aurait dédaigné le sein qui lui était offert et le lait jaillissant serait venu arroser la sphère où sont fixées les étoiles. Cette explication, comme on le pense bien, n'a pas dû satisfaire longtemps les hommes de science.

Quelques-uns ont considéré la Voie lactée comme la trace d'une ancienne route suivie par le char du Soleil, sans doute lorsque les rênes en eurent été remises dans les mains inhabiles de Phaéton. Plus prosaïque, Théophraste y voyait simplement la marque d'une soudure imparfaite entre deux hémisphères.

La première opinion qui mérite qu'on s'y arrête est celle de Démocrite. Ce philosophe, aussi connu que ses ouvrages le sont peu, vivait à Abdère 300 ans avant l'ère chrétienne. Dans un court fragment, cité par Plutarque, il déclare que la Voie lactée est une agglomération de petites étoiles, trop éloignées pour être aperçues isolément. Cette remarquable intuition fut généralement négligée ou traitée de conjecture mal assise. C'est à Galilée, venu deux mille ans après, qu'il était réservé de la remettre en honneur. Dans son *Sidereus Nuncius*, publié en 1610, il reprend la thèse du philosophe d'Abdère. Il la fait sienne et la présente comme un résultat incontestable, fourni par la lunette astronomique, récemment inventée. « Enfin, s'écrie-t-il, nous avons tranché toutes les difficultés qui ont tourmenté les philosophes pendant tant de siècles ; nous voici délivrés des disputes verbeuses! »

L'observation du savant Florentin était en effet capitale.

Il avait reconnu que, dans certaines parties au moins, la blancheur diffuse qui frappe nos regards se résout dans la lunette en petits points brillants, semés sur un fond noir. Et pourtant Galilée triomphait trop vite; de nouvelles questions allaient inévitablement se poser. Pourquoi cette distribution capricieuse, cette richesse surabondante à côté d'espaces pauvres en étoiles? Gassendi, tout en signalant la difficulté, renonçait à la résoudre : « Si quelqu'un, dit-il, désire savoir pourquoi cet amas de petites étoiles est plutôt disposé en cercle qu'autrement, qu'il consulte l'Auteur des étoiles, cet Être souverain qui les a faites et disposées comme il lui a plu, et qui seul connaît son ouvrage. »

Si ce conseil avait été suivi, notre étude serait terminée. Par bonheur les astronomes du XVIIIe et du XIXe siècle ont été moins aisément satisfaits que Galilée, moins vite découragés que Gassendi. L'étude de la Voie lactée leur a fourni l'occasion d'écrire quelques-uns des chapitres les plus attrayants de la Science, et dans ces vingt dernières années la photographie céleste a fourni une masse imposante de documents, qui ont entièrement renouvelé le sujet.

Pour suivre cette évolution dans les idées des astronomes il convient de prendre, en premier lieu, un aperçu général du phénomène. Dans ce but on aurait tort de s'armer d'une lunette puissante, qui n'embrasse qu'un champ trop restreint. C'est à l'œil nu qu'il convient d'observer d'abord, en recherchant un ciel pur et une station dégagée, en se transportant successivement dans les deux hémisphères. Et si l'on veut appeler la photographie à son aide, ce n'est point un objectif géant qui rendra les meilleurs services. Une lentille d'ouverture modeste et de court foyer sera préférable pour une première étude.

Divers ouvrages répandus, par exemple l'*Astronomie populaire* d'Arago, renferment des dessins qui montrent le trajet de la Voie lactée respectivement dans la moitié australe et dans la moitié boréale de la sphère céleste. Il

existe des représentations plus modernes et plus détaillées dues à Heis, à Gould, à Bœddicker. Mais leur richesse même gêne pour apercevoir certains traits généraux qui ont une grande importance et qui ont été reconnus de longue date.

Dans l'hémisphère austral, nous voyons notre traînée lumineuse franchir les constellations de la Licorne, du Navire, de la Croix du Sud, du Centaure, du Scorpion, du Sagittaire, d'Ophiuchus. Sur ce trajet on peut noter des ramifications, des recrudescences d'éclat, des lacunes; en particulier, dans la Croix du Sud un espace absolument vide de 30° carrés, dont la noirceur est encore accusée par un entourage de belles étoiles et que les navigateurs connaissent depuis longtemps sous le nom de *Sac à charbon*. Au voisinage de α du Centaure, la Voie se divise en deux branches d'inégale intensité, qui cheminent à peu près parallèlement jusqu'à l'équateur. Leur épanouissement porte la largeur totale de la bande à 22°. Franchissant l'équateur nous trouvons sur notre chemin le Serpent, l'Aigle, la Flèche, avant d'arriver au Cygne. Là les deux branches séparées se rejoignent, après un parcours distinct de près de 120° et tout auprès se voit un vide particulièrement sombre, le Sac à charbon de l'hémisphère boréal. On doit traverser encore Céphée, Cassiopée, Persée, les Gémeaux, pour revenir au point de départ. En plusieurs points, la Voie lactée semble émettre des ramifications, promptement affaiblies et difficiles à suivre, dans la direction des belles étoiles situées à proximité. Une autre branche irait rejoindre le groupe des Pléiades. En dépit de ces irrégularités, l'allure générale est bien celle d'un grand cercle de la sphère et, si l'on s'attache aux parties les plus brillantes, le pôle commun se détermine avec un haut degré de précision.

Les plages les plus lumineuses se rencontrent dans le Scorpion et le Sagittaire, et sont par conséquent offertes en spectacle aux habitants de l'hémisphère austral plutôt qu'à

nous. On observe dans le Scorpion une structure particulière, une sorte de réseau de lamelles juxtaposées. Un aspect analogue est souvent présenté par les cirrhus, nuages légers formés par des cristaux de glace dans les régions supérieures de l'atmosphère. Dans la constellation du Cygne, la Voie lactée a des champs d'étoiles d'une merveilleuse richesse, qui se résolvent dans une forte lunette en une véritable poussière d'or. Mais le même spectacle se retrouve ailleurs, à peu de chose près, et il n'y a point, entre les diverses parties de cette ceinture grandiose, de différence systématique et radicale.

Il est à peine besoin d'ajouter que ces apparences sont identiques pour tous les habitants de la Terre, qu'elles ne changent point dans le cours d'une année, qu'elles n'ont pas subi de variation appréciable depuis les temps anciens. Ainsi la Voie lactée n'est point un phénomène atmosphérique ou local. Ses dimensions sont très grandes en comparaison de celles de notre globe, très grandes encore à côté du diamètre de l'orbite terrestre. Elles surpassent même de beaucoup l'espace que le Soleil et son cortège de planètes peuvent franchir en plusieurs siècles.

Nous n'avons donc point la ressource, pour mieux comprendre la structure du monde sidéral, de changer le lieu d'observation ; il faut nous contenter du poste qui nous est assigné. Devrons-nous attendre, avant de risquer une interprétation de l'apparence offerte, que l'étude minutieuse des mouvements propres et des parallaxes ait été faite pour la majeure partie des étoiles visibles?

Au temps de Galilée et de Gassendi quelques mouvements propres seulement étaient soupçonnés. On ne savait rien des parallaxes des étoiles et les instruments de cette époque n'auraient pas permis d'en aborder la recherche. Cependant l'illustre Képler, dans son *Epitome* publié en 1618, fait un pas de plus. De cette circonstance que les parties diamétralement opposées de la Voie lactée ne diffè-

rent pas beaucoup d'éclat et de largeur, il déduit que le Soleil doit se trouver vers le centre de l'anneau. Cette remarque conserve sa valeur à l'heure actuelle, mais c'est en exagérer la portée que de vouloir, ainsi qu'on l'a fait récemment encore, y voir la preuve que la Terre et l'homme occupent une situation privilégiée dans l'Univers (1).

Pour rencontrer des vues originales sur le même sujet il faut franchir un siècle et arriver jusqu'à l'astronome anglais Thomas Wright. Dans un livre aujourd'hui presque introuvable (2), Wright émet l'opinion hardie que ce pont lumineux jeté à travers le ciel n'a pas d'existence réelle. C'est simplement l'ensemble des directions où notre regard embrasse un plus grand nombre d'étoiles; non pas que les astres y soient effectivement agglomérés, mais parce que le monde stellaire dont nous faisons partie a la forme d'un feuillet relativement mince ou d'un gâteau plat. Regardant vers la tranche du disque, il est tout simple que nous apercevions beaucoup plus d'étoiles que si nous étions tournés vers la face supérieure ou la face inférieure.

Exacte ou non, l'hypothèse de Wright avait un mérite essentiel, celui de se prêter aux vérifications expérimentales et de suggérer de nouvelles recherches. Mais ce n'est point par ce côté pratique qu'elle a séduit d'abord les contemporains. Une considération les frappait surtout : celle de voir le Soleil, et notre globe avec lui, acquérir droit de cité dans le monde stellaire. Désormais la Voie lactée n'est plus un objet lointain, étranger, inabordable; nous y sommes plongés, nous y vivons. Ses plus faibles lueurs représentent un nombre immense de systèmes solaires semblables au nôtre, et, d'un bout à l'autre de ce vaste ensemble, les mêmes lois physiques exercent leur empire.

---

(1) Voir la 24e année de la Revue, pp. 300 et 317.

(2) *An original theory or new hypothesis of the Universe*, 1750. Le travail de Wright est analysé dans le livre de M. J.-E. Gore, *The visible Universe*, London, 1893. J'ai beaucoup emprunté à M. Gore pour ce résumé historique.

Ainsi le grand philosophe allemand Emmanuel Kant publie en 1755 une *Théorie du Ciel* où il affirme que les mouvements propres des étoiles, jusqu'aux dernières limites de la Voie lactée, s'accomplissent en vertu de l'attraction universelle. Toutes, d'après lui, gravitent autour d'un astre central, qui pourrait bien être le brillant Sirius. Maintenant doit-on croire que la Voie lactée comprend tout l'Univers visible? Kant ne le pense pas. On connaissait déjà de son temps quelques nébuleuses globulaires ou elliptiques. Chacune d'elles est, selon le philosophe allemand, une autre Voie lactée, séparée de la première par d'incalculables distances, et toutes ensemble décrivent de majestueuses orbites autour d'un même corps central inconnu.

Avec les *Lettres cosmologiques* du mathématicien Lambert, parues en 1761, une tentative de réaction se dessine. Lambert réclame une individualité propre pour le groupe des étoiles brillantes, dont le Soleil ferait partie. Si nous étions incorporés dans la Voie lactée, dit-il, nous n'en verrions pas les limites, pas plus que nous ne pouvons dessiner les contours d'un nuage quand nous y sommes enveloppés. Regardons le Soleil et les planètes comme un système du premier ordre; les étoiles brillantes, également escortées de planètes, forment un système du second ordre; groupez de pareils systèmes en nombre suffisant et vous avez une Voie lactée, un système du troisième ordre. La Voie lactée devient un assemblage de nuées stellaires distinctes, disposées en anneau comme le premier aspect semble l'indiquer, ou dans l'intérieur d'un disque aplati, suivant la conception de Thomas Wright. Rien ne s'oppose à ce qu'il existe des groupes de Voies lactées, qui composeraient des systèmes du quatrième ordre et chaque grande nébuleuse, comme celle que nous voyons dans la constellation d'Orion, représente peut-être un de ces systèmes, vu par le dehors. A tous les degrés de l'échelle, aussi bien pour le groupe des étoiles brillantes que pour la Voie

lactée, Lambert affirme l'existence d'un astre central, d'un corps attractif prépondérant, nécessaire, selon lui, pour assurer l'unité et la stabilité du système.

De ces aperçus ingénieux, la plupart attendent encore aujourd'hui une confirmation expérimentale. En tout cas ni Lambert ni Kant, plus théoriciens qu'observateurs, n'étaient en mesure de la fournir. Avec William Herschel l'observation va reprendre un rôle prépondérant. Personne n'a poussé plus loin que lui l'art d'interroger la nature avec déférence et ténacité, non pas bien entendu sans idée directrice, mais en accordant le même poids, la même attention aux faits qui ébranlent la théorie et à ceux qui la confirment. Dans la période si troublée qui s'étend de 1780 à 1818, le Recueil des *Transactions philosophiques* publié par la Société royale de Londres ne contient pas moins de soixante-treize mémoires de Herschel sur le sujet qui nous occupe, et il avait assurément le droit de dire vers la fin de sa carrière : « La connaissance de la structure des cieux a toujours été le but final de mes recherches. »

Dans ses premiers travaux, William Herschel adopte sans réserve la manière de voir de Thomas Wright et, si plus tard il y renonce, c'est seulement dans la mesure nécessaire pour se maintenir en accord avec les faits. Mais il a sur son prédécesseur un grand avantage. Le télescope dont il se sert, construit de ses mains, est d'une puissance jusque-là sans exemple. Il résout effectivement la Voie lactée, c'est-à-dire qu'il la montre dans ses parties les plus brillantes comme composée de points lumineux bien séparés, semés sur un fond noir. Dès lors Herschel considère les nébuleuses demeurées irrésolubles comme des systèmes beaucoup plus lointains, situés en dehors du monde stellaire proprement dit. Celui-ci devient tout entier accessible à nos recherches et l'on peut en sonder les profondeurs extrêmes.

Pour exprimer ces profondeurs en nombres, Herschel demande qu'on lui concède, comme unité suffisamment

définie, la distance moyenne des étoiles de 1re grandeur. Il admet que l'éclat d'un astre varie en raison inverse du carré de sa distance. Cette proportion lui fait connaître, en fonction de l'unité choisie, la distance moyenne des étoiles d'une grandeur quelconque, par exemple celle des plus faibles étoiles visibles dans son télescope. Nous ignorons comment varie, d'une région à l'autre de l'espace, la richesse effective en étoiles. Le plus simple est de considérer cette richesse comme uniforme. S'il en est ainsi, le nombre des étoiles visibles dans le champ ne dépend plus que de la profondeur du monde stellaire dans la direction où l'on observe, et les plus simples notions de géométrie montrent qu'il doit varier comme le cube de cette profondeur.

Que l'on fasse ces suppositions, au moins à titre de vérités approximatives, et le sondage des cieux devient une question d'arithmétique élémentaire. On dirige la lunette de manière à lui faire faire des angles de plus en plus grands avec le plan de la Voie lactée, et l'on compte chaque fois le nombre des astres. La décroissance est bien marquée, rapide surtout au début et pour les petites étoiles. Quand on arrive à 90° du plan initial les étoiles très faibles sont devenues rares, et l'opinion d'Herschel est qu'un télescope capable de montrer les étoiles de 10e grandeur suffit pour pénétrer dans cette direction jusqu'aux limites réelles du système.

Pour analyser de cette façon le ciel entier, il aurait fallu faire 833 000 opérations, tâche bien au-dessus des forces d'un seul observateur. Herschel s'est contenté de 3 400. Le dédoublement de la Voie lactée sur un tiers environ de son étendue apparente accuse une forme extérieure irrégulière. Herschel l'explique en admettant que le groupe des étoiles ne forme pas un simple disque aplati, mais est dédoublé dans une partie de son épaisseur, comme un livre ouvert dont on aurait soulevé quelques feuillets. L'unité de longueur est, ainsi que nous l'avons déjà signalé, la distance

moyenne des étoiles de 1re grandeur. C'est un chemin que la lumière, en se propageant à raison de 300 000 kilomètres par seconde, met au moins 15 ou 20 années à franchir.

Cette théorie fut reçue par les astronomes de l'époque avec beaucoup de faveur. Aujourd'hui encore des livres classiques la citent comme l'expression définitive de la pensée d'Herschel. La vérité est que son illustre auteur, sans attendre les objections qui auraient pu lui être faites, a battu spontanément en retraite sur deux points essentiels, et que les parties accessoires de son œuvre n'ont pas échappé aux critiques.

D'abord a-t-on le droit, comme l'avait fait Herschel au début, de supposer uniforme la distribution des étoiles dans l'espace? On n'y verra point grande difficulté tant qu'on se servira d'un télescope puissant, ne comprenant à son foyer qu'un champ peu étendu. Mais que l'on prenne une petite lunette, ou que l'on examine une photographie céleste faite avec une longue pose et un court foyer, et l'on aura l'impression d'une structure capricieuse et compliquée. Des espaces relativement vides avoisinent des champs d'une richesse extrême. Les groupes d'étoiles, aussi bien que les nébuleuses, présentent des embranchements, des divisions, des déchirures, comme celles que nous remarquons dans la Voie lactée. Par degrés, Herschel est amené à reconnaître, entre les étoiles voisines, des groupements physiques, des agglomérations réelles et non simplement fortuites. Il déclare expressément, dans ses derniers écrits, que ses idées se sont modifiées, que les astres forment des essaims séparés les uns des autres par de grands espaces et que l'on n'a pas le droit de considérer la richesse du champ comme mesurant, dans une direction donnée, l'extension du monde sidéral.

En second lieu, nos instruments d'optique sont-ils capables d'atteindre les étoiles les plus éloignées? Herschel le pensait en 1785. Trente ans plus tard il ne le croit plus. Il a

trouvé des régions, en nombre de plus en plus grand, où le fond du ciel paraît nébuleux, refuse de se résoudre en étoiles, et demeure en conséquence insondable pour son télescope. Dans ces directions nous ne pouvons plus dire quelle est la profondeur du monde sidéral, mais nous savons cependant qu'elle est limitée; car, si elle était infinie, les rayons de tous les astres qui ne sont pas occultés par d'autres s'ajouteraient pour donner au fond du ciel un pouvoir lumineux égal à celui du Soleil. On sait que ce cas est bien loin d'être réalisé.

Cette concession n'a pas été jugée suffisante par Wilhelm Struve. Dans ses études d'Astronomie stellaire (1847), le grand astronome de Poulkovo soutient que les limites du ciel étoilé sont inaccessibles non pas seulement pour quelques directions exceptionnelles, mais dans tout le plan de la Voie lactée. Si les étoiles plus éloignées ne nous éclairent pas davantage, ce n'est pas qu'elles soient absentes, c'est que leur lumière subit une déperdition sur sa route, contrairement à ce que l'on avait supposé. On s'explique ainsi qu'à un certain accroissement théorique de la puissance d'une lunette ne corresponde pas une augmentation équivalente dans le nombre des étoiles visibles. Que l'on combine cette remarque avec l'hypothèse d'une distribution uniforme, et l'on pourra calculer cette extinction présumée de la lumière. Elle irait à 1/100 pour les étoiles de 1re grandeur, à 8/100 pour la 6e grandeur, à 88/100 pour les plus faibles étoiles visibles dans le télescope de Herschel. Les astres qui dépasseraient cette portée, si nombreux qu'on les suppose, ne contribueraient plus que pour 12/100 à l'éclat de la Voie lactée. Il suit encore de là que Herschel serait tombé dans une illusion radicale concernant le pouvoir de pénétration de son télescope. Celui-ci n'atteindrait plus qu'à 369 fois la distance moyenne des étoiles de 1re grandeur, au lieu de porter à 2 300 fois cette distance, comme on l'avait pensé en ne tenant pas compte de l'extinction de la lumière.

Ainsi le bel édifice, si laborieusement agencé, semblait crouler de toutes parts. Mais plusieurs des critiques de Struve ont trouvé un adversaire résolu et bien armé dans sir John Herschel, le fils de William. Héritier des instruments et des méthodes paternelles, il s'est transporté pour plusieurs années sous le beau ciel du cap de Bonne-Espérance. Il a étendu à l'hémisphère austral le système des jauges et des sondages. Il démontre que, vers le pôle sud aussi bien que vers le pôle nord de la Voie lactée, il y a déficit manifeste de faibles étoiles, en sorte que l'épaisseur du système, dans cette direction, ne peut pas dépasser la distance moyenne des étoiles de 10ᵉ grandeur. Il constate que l'on rencontre, un peu partout et jusque dans le plan médian de la Voie lactée, des champs absolument vides où les fortes lunettes ne montrent rien de plus que les faibles.

Un fait également curieux et significatif est l'existence de champs assez étendus, formés d'étoiles de grandeur moyenne, avec absence des astres plus brillants aussi bien que des astres plus faibles. Il semble évident que nous avons ici devant nous non pas une multitude dense et innombrable, mais un réseau d'épaisseur réduite et de texture lâche, à travers lequel le regard passe en toute liberté. Si dans toutes les directions la Voie lactée était limitée pratiquement par le pouvoir pénétrant de l'œil ou du télescope, comment concevoir qu'elle ne nous présente pas un aspect bien plus uniforme? Comment expliquer ses trous, ses ramifications, ses déchirures? Le Sac à charbon, par exemple, devient dans la théorie de Struve un tunnel étroit, dirigé vers nous, et pratiqué dans une masse d'une incalculable épaisseur. Un tel arrangement a déjà bien des probabilités contre lui; mais, comme les lacunes de ce genre ne sont pas rares dans les régions riches, c'est par centaines qu'il faudrait compter ces tunnels ainsi orientés vers l'observateur. Il n'est pas davantage admissible que les minces traînées de matière nébuleuse soient des feuillets

disposés précisément pour être vus par la tranche. Le dessin de la Voie lactée nous oblige donc à la regarder comme une agglomération réelle dont l'épaisseur n'est pas infinie, mais au contraire faible en comparaison de la distance qui nous en sépare.

John Herschel a eu aussi le mérite de confirmer et de préciser des particularités très importantes, déjà entrevues par son père, concernant la distribution des amas d'étoiles et des nébuleuses.

(A suivre.) P. PUISEUX,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

CORRESPONDANCE

L'histoire de la boussole.

Moncalieri, 24 mai 1904.

MONSIEUR,

A la page 98 de votre estimable Revue, je lis la note suivante à l'article de M. Holden sur les précurseurs de Copernic, note relative à la boussole :

« On attribue ordinairement son introduction en Europe à Flavio Gioja, vers 1302. »

Peut-être sera-t-il intéressant de mettre vos lecteurs au courant des travaux publiés en Italie sur l'origine de la boussole. Mes remarques n'ont d'ailleurs aucune prétention à l'originalité; elles ne sont qu'un rapide résumé des études du P. Bertelli, barnabite, de Florence.

Sa première publication remonte à 1868; elle est contenue dans le *Bullettino* du prince Boncompagni.

Depuis, dans le même Bulletin, dans les Actes et Mémoires de l'Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei, dans la *Rivista marittima,* dans la *Rivista geografica italiana* et dans d'autres périodiques, l'auteur est revenu sur le même sujet et ses conclusions semblent devoir se retenir comme inattaquables.

Les voici rapidement résumées :

1° L'introduction dans le bassin de la Méditerranée de la *boussole flottante* (premier type : l'aiguille aimantée introduite dans un roseau — *calamus*, d'où le nom de *calamita*, — flotte sur un récipient rempli d'eau) doit être attribuée aux *Amalfitains*, vers le xe siècle;

2° Les mêmes Amalfitains ne tardèrent pas à substituer au type flottant le type à axe (deuxième type : axe de rotation; le limbe *fixe* porte la rose des trente-deux vents; on y introduit aussi la division en 360 degrés). Ce second modèle, avec division en degrés, servit à la confection des premières cartes nautiques. De l'inspection des statuts des mines de cuivre de Massa Marittima en Toscane, il résulte que le même modèle servit, *dès 1200*, dans les relevés topographiques de ces mines;

3° Le troisième type, à rose des vents *mobile*, est dû probablement à un navigateur de Positano, près Amalfi, au début du XIVe siècle;

4° La suspension à la Cardan remonterait au XVe siècle (les boussoles de Vasco de Gama en étaient munies); le mérite de Cardan a été de vulgariser la suspension qui porte son nom;

5° La *déclinaison* magnétique était inconnue avant les voyages de Colomb. C'est lui qui la découvrit pendant son premier voyage. Aussi les premières cartes nautiques sont-elles affectées d'une désorientation générale (Gibraltar est mis sur le même parallèle qu'Alexandrie d'Égypte). La valeur angulaire de cette désorientation nous fournit la valeur de la déclinaison au moment où furent construites les premières cartes (5° Est) et peut nous servir à déterminer approximativement leur date;

. . . .

6° Le premier document où il soit fait mention de la boussole du 1er type est d'Alexandre Neckam de Saint-Albain, moine anglais (1157-1187); la boussole du 2e type

est citée et décrite pour la première fois par Pierre Pélerin de Maricourt, dans l'*Epistola de Magnete* (1269);

7° Quant à l'*introduction* (d'aucuns ont même prétendu : l'*invention*) de la boussole par FLAVIO GIOJA, le P. Bertelli la traite de pure *légende*. Le nom aussi bien que le prénom sont nés de toutes pièces. Voici, par exemple, comment est né le prénom :

On lit dans Flavio Biondo (v. 1450) : « Fama est qua Amalphitanos Audivimus gloriari, magnetis usum cujus adminiculo navigantes ad arcton diriguntur, Amalphi fuisse inventum... ».

Giambattista Pio écrit : « Amalphi in Campania veteri, magnetis usus inventus a Flavio traditur, cujus adminiculo navigantes ad arctum diriguntur... » Évidemment Pio cite le texte de Flavio Biondo. Voici maintenant de quelle manière Giraldi (1540) le modifie : « Non multis retro sœculus, Amalphis in Campania oppido antiquis navigandi usus per magnetem et chalybem quorum indicio nautæ ad polos diriguntur, a Flavio quodam excogitatus traditur... »

L'historien est devenu l'inventeur !

Quant au nom de Gioja, il apparaît plus tard encore, en 1580, dans les écrits de Scipione Mazzella.

Telles sont, très succinctes, les principales conclusions des longues et minutieuses recherches du P. Bertelli, qui, en ce moment encore, prépare la réfutation du travail du Dr Posteraro sur l'*Origine italienne de la boussole nautique inventée par le Véronais Salomon-Irénée Pacifico*, travail publié cette année à l'occasion du Ve Congrès géographique italien de Naples.

J'ajouterai, pour finir, que l'avocat Gamna, de Turin, prépare une thèse où toutes ces recherches seront coordonnées et complétées, avec discussion des objections qui n'ont pas manqué de s'élever contre l'opinion du P. Bertelli.

P. D. M. BODDAERT, B.
Observatoire de Moncalieri.

Mémorandum astronomique.

JUILLET 1904.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Le Cocher, la Girafe, la Petite Ourse, le Dragon, la Lyre, Hercule, Ophiuchus et le Sagittaire.

De l'Est à l'Ouest : Les Poissons, Pégase, le Cygne, le Bouvier, la Chevelure et la Vierge.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Le Triangle, Andromède, Cassiopée, Céphée, la Couronne, le Serpent et la Balance.

Du Nord-Ouest au Sud-Est : Le Petit Lion, la Grande Ourse, le Dragon, la Lyre, l'Aigle et le Capricorne.

OBJETS CÉLESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er JUILLET, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Amas du Scorpion . .	16h 1m	112°42'	Amas serré d'apparence cométaire.
Amas d'Ophiuchus . .	16.26	102.47	Grand, faible.
Amas d'Hercule . . .	16.37,6	53.19	Superbe amas visible à l'œil nu.
Nébuleuse d'Hercule .	16.39,7	65.59	Bleue, planétaire, de 8" de diamètre.
Amas d'Ophiuchus . .	16.41,3	91.45	Amas globulaire de 3' de diamètre.
— —	16.51,2	93.55	Diamètre de 10".
Amas d'Hercule . . .	17.12,7	46.45	Amas condensé, faible.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	2h46m	3h35m	11h46m 4s7	19h57m	20h44m	62°20'
5	2.51	3.38	11.46.48,8	19.56	20.43	61.56
10	2.57	3.43	11.47.36,9	19.53	20.41	61.28
15	3. 3	3.48	11.48.14,7	19.49	20.36	60.46
20	3.10	3.54	11.48.39,8	19.43	20.28	59.54
25	3.18	4. 0	11.48.50,7	19.38	20.21	58.54
31	3.27	4. 9	11.48.44,2	19.29	20.12	57.31

Le *temps sidéral* à midi moyen d'Uccle est, le 1er, de 6h36m23s4. Son accroissement diurne est de 3m56s5.

ÉPHÉMÉRIDES POUR RÉDUIRE LES OBSERVATIONS PHYSIQUES DU SOLEIL.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	− 2°5	+ 3°2	321°9	12	+ 2°5	+ 4°3	176°3	22	+ 7°0	+ 5°2	44°0
2	− 2.1	+ 3.3	308.6	13	+ 3.0	+ 4.4	163.1	23	+ 7 4	+ 5.3	30.8
3	− 1.6	+ 3.4	295.4	14	+ 3.4	+ 4.5	149.8	24	+ 7.8	+ 5.4	17.5
4	− 1.1	+ 3.5	282.2	15	+ 3.8	+ 4.6	136.6	25	+ 8.2	+ 5.5	4.3
5	− 0.7	+ 3.6	268.9	16	+ 4.3	+ 4.7	123.4	26	+ 8.6	+ 5.5	351.1
6	− 0.2	+ 3.7	255.7	17	+ 4.7	+ 4.8	110.1	27	+ 9 0	+ 5.6	337.8
7	+ 0.2	+ 3.8	242.5	18	+ 5.2	+ 4.9	96.9	28	+ 9.5	+ 5.7	324.6
8	+ 0.7	+ 3.9	229.2	19	+ 5.6	+ 5.0	83.7	29	+ 9.9	+ 5.8	311.4
9	+ 1.2	+ 4.0	216.0	20	+ 6.1	+ 5.0	70.4	30	+ 10.3	+ 5.8	298.2
10	+ 1.6	+ 4.1	202.8	21	+ 6.5	+ 5.1	57.2	31	+ 10.7	+ 5.9	284.9
11	+ 2.1	+ 4.2	189.5								

LA LUNE.

D. Q. ☾ le 5, à 22h54m.
N. L. ● le 13, à 5h27m.
P. Q. ☽ le 19, à 20h49m.
P. L. ○ le 27, à 9h42m.

OCCULTATIONS D'ÉTOILES PAR LA LUNE

10 juillet, θ¹ du Taureau (3gr.9) : immersion à 2h 3m, émersion à 2h57m.
θ² du Taureau (3.6) : — 2. 8, — 2.55.
α du Taureau (1.1) : — 5.32, — 6.30.

LONGITUDE DU TERMINATEUR DE LA LUNE A MINUIT, POUR CHAQUE JOUR DE JUILLET 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	+ 43°7 *s*	12	+ 89°3 *m*	22	− 32°9 *m*
2	31.5	13	77.1	23	45.2
3	19.3	14	64.8	24	57.4
4	+ 7.1	15	52 6	25	69.6
5	− 5.2	16	40.4	26	− 81.8 *m*
6	17.4	17	28.2	27	+ 86.0 *s*
7	29.6	18	15.9	28	73.7
8	41.8	19	+ 3.7	29	61.5
9	54.1	20	− 8.5	30	49.3
10	66.3	21	− 20.7 *m*	31	+ 37.4 *s*
11	− 78.5 *s*				

ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER.

1 juillet, satellite III, réapparition à 1h52m 3s.
8 — — III, disparition à 3.41.48.
9 — — II, réapparition à 1.28.59.
16 — — II, disparition à 1.37. 9.
19 — — I, — 1.58.39.
26 — — I, — 3.52.43.

LES PLANÈTES.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	5h56m	+ 23°40'	5"4	1.26	2h47m	19h17m
	11	7.30	+ 23.26	5.0	1.34	3.44	20.10
	21	8.55	+ 19.13	5.2	1.29	4.56	20.28
Vénus .	1	6.32	+ 23.42	9.8	1.74	3.23	19.53
	11	7.25	+ 22.49	9.6	1.74	3.43	20. 1
	21	8.18	+ 20.49	9.8	1.73	4. 9	20. 1
Mars. .	1	6. 3	+ 24. 7	3.6	2.56	2.51	19.27
	11	6.32	+ 24. 0	3 6	2.55	2.42	19.16
	21	7. 1	+ 23.33	3.6	2.55	2.34	19. 2
Jupiter .	1	1.40	+ 9. 2	35.4	5.16	23.54	13.36
	11	1.45	+ 9.28	36.4	5.01	23.18	13. 3
	21	1.49	+ 9.49	37.4	4.86	22.41	12.30
Saturne.	1	21.32	— 15.46	16 8	9.11	21.54	7.22
	11	21.30	— 15.57	17.0	9.01	21.13	6.40
	21	21.28	— 16.10	17.2	8.94	20.33	5.57
Uranus .	1	17.49	— 23.38	3.2	18.30	18.59	2.51
	16	17.47	— 23.37	3.8	18.40	17.58	1.50
Neptune.	1	6.25	+ 22.20	»	30.92	3.26	19.36
	16	6.27	+ 22.19	»	30.89	2.30	18.40

ASPECT DES PLANÈTES.

Mercure est *étoile du matin* jusqu'au 9, date de sa conjonction supérieure avec le Soleil. Elle devient ensuite étoile du soir. Le 2, elle sera en conjonction avec Mars, à 0°16' au sud. Le 4, elle atteindra son périhélie. Le 9, elle sera en conjonction avec Vénus, à 0°43' au nord. Le 13, elle sera à 5°56' au nord de la Lune.

Vénus est *étoile du matin* jusqu'au 7, date de sa conjonction supérieure avec le Soleil. Le 12, elle sera à 5°13' au nord de la Lune. Le 23, elle atteindra son périhélie.

Mars se lève une heure environ avant le Soleil. Le 9, elle sera à 1°43′ au nord de Neptune, et le 11, à 5°35′ au nord de la Lune.

Jupiter se lève vers 11 h. du soir. Le 6, elle sera à 1°49′ au nord de la Lune. Le 26, elle sera en quadrature avec le Soleil.

Saturne se lève vers 9 h. du soir. Les 1er et 28, elle sera respectivement à 3°47′ et à 3°52′ au sud de la Lune.

Uranus se lève vers 7 h. du soir.

Neptune se lève vers 3 h. du matin.

Les Étoiles filantes.

Les averses périodiques sont fréquentes, mais les longs crépuscules et la faible durée des nuits rendent les observations difficiles. A observer : Aquarides (AR = 22^h40^m, $\delta = 13°$), vers le 23 juillet. Dates à bolides : les 5, 12, 16, 18, 20 et 30.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques
Juillet 27-août.	AR = 0^h28^m, $\delta = 32°$.	Rapides, à traînées.	Juillet 9-13.	AR = 20^h0^m, $\delta = 14°$.	Très lents.
Juillet 11-31.	AR = 0^h44^m, $\delta = 48°$.	Très rapides, à traînées.	Juillet 9-14.	AR = 21^h56^m, $\delta = 36°$.	Rapides, à traînées rouges.
Juillet 28-1er août.	AR = 2^h8^m, $\delta = 55°$.	Perséides, rapides, à traînées.	Juillet, août.	AR = 21^h0^m, $\delta = 47°$.	Rapides, courts.
Juillet-août-septembre.	AR = 3^h12^m, $\delta = 43°$.	Très rapides, à traînées.	Juillet 25-31.	AR = 22^h40^m, $\delta = 15°$.	Lents, très longs.
Juillet 13-17.	AR = 21^h0^m, $\delta = 37°$.	Lents.	Juillet, août.	AR = 23^h20^m, $\delta = 52°$.	Très rapides.
Juillet 9-14.	AR = 22^h4^m, $\delta = 21°$.	Très lents.	Juillet 9-12.	AR = 23^h28^m, $\delta = 38°$.	Rapides.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 13 : Décembre 1903.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
1	Vers 3·. Golémo-Sélo (Kustendil, Bulgarie). Faible.
	4·12. Tscham-Koria (Sofia). (III). 8s.
	13·12, 13·37 (III); 15· 34 (VII), sentie aussi à Rila et à Drian; 15·37, 15·38, 15·40, faibles; 17·2 (IV). Rilski-Monastir.
2	1·33. Phare de Trœnen (Nordland).
	2·5, 2·21, 2·37. Rila (Kustendil).

Dates.	Heures.
2	4·30. Rilski-Monastir (IV).
	10 20. Omotepec (Guerrero). Trépidatoire avec bruit. 3^s.
3	Matin. Haimbach et Neukirchen. Fort.
	7·35. Modène. Léger.
	11·40. Rilski-Monastir (V).
4	Volkstädt (Saxe).
	1·30. Spoleto.
	Rilski-Monastir (V).
5	2·12 (III), 4·55 (IV), à Rila aussi; 12·16 (VII); 12·58 (VI), en beaucoup d'autres points aussi; 13·0, 13·2, 13·22, 13·44, 13·46, 13·59 (VI); 14·7, aussi à Kotchérinovo et à Bobouhévo; 14·10, 14·25, 14·28, 14·58 (VI); 15·59 (VI) et autres lieux; 19·6 (V) et autres lieux; 20·53 (IV) et Rila; 2·16 (IV). Rilski-Monastir.
6	1·53. Rila. Faible. D'autres pendant la nuit.
7	3·. Avellino. Ondulatoire.
	5·12. Mercogliano (Avellino). Ondulatoire.
	Entre 6·45 et 8·30. Campanie, Caserte et Avellino.
	6·57, 7·30, 7·52, 8·30. Bénévent.
	8·13 (VI) et autres lieux; 8·27 (II). Rilski-Monastir.
	20·47. Avellino.
	21·5. Rilski-Monastir. Très faible.
	22·14. Bénévent.
8	5·24, 5·59. Sophia. Ressenties par quelques personnes, mais non signalées au sismoscope.
	12·33, 12·34, 12·35 (V); 12·41, 12·55, 12·57, 12·58 (II). Rilski-Monastir.
9	20·30. Sant' Andrea di Conza (Avellino). Léger.
10	0·7 (III); 6·20 (IV), à Rila et à Tscham-Koria aussi. Rilski-Monastir.
11	Nuit. Doubnitza (Kustendil). Faible.
	6·51 à 7·0. Rila (V) et Tscham-Koria; à peine sensible.
	17·40. Volkstädt. Fort.
12	2·30, 4·30. Bagnone (Massa). Légers.
	Soir. Livermore Falls (Maine, Etats-Unis). Deux chocs à 5 minutes d'intervalle.
14	4· à 4·12. Zacatlan, Huauchinango, très fort; Zacapoaxtla, Tuxpam, Tulancingo, fort; La Vera Cruz, Jalapa, Tezuitlan, Tlapacoyam, Papantla, Gutierrez, Zamora, Tamiahua.
	17·16. Rila et Rilski-Monastir (V).

Dates.	Heures.
14	17· à 17·30. Allemagne centrale : Hesse NE.; Rhön; vallée de la Werra; Hanovre.
	22·11. Juquila, Teposcolula, fort; Tlaxiaco.
	23·25. Alpes calcaires du Nord. Surtout sensible à Eben, Rattenberg, Achenkirch, Zell-am-See, Schwaz, Brixleg, Jenbach, Walgau. — Cinq minutes après, une autre plus faible.
15	Tacoma (Washington). Éboulement au SW. du Rainier.
	5 44. Rila (IV).
16	17·10. Jalapa (Vera Cruz). Très léger. Oscillatoire. 3s.
17	1·. Kustendil (III).
	18·6. Rilski-Monastir.
19	13·41. Rilski-Monastir (III).
	17· à 17·42. Boboschévo, Kotschérinovo (IV); Rila (V); Mlamalovo, fort.
20	16·. Boboschévo. Faible.
	17·31. Tscham-Koria. Faible.
21	4·45. Rilski-Monastir (II).
	12·10. Dugoselo (Agram) Avec bruit; 2s.
	Milieu du jour. Bohême NW. et Vogtland. Forts chocs.
	16·19. Asendorf, Uenzen, Vilsen (Hanovre, cercle Hoya). Léger.
22	Nuit. Bohême NW. et Vogtland. Forts chocs.
	5·. Bochum et Grummen (Westphalie).
	7·41. Rilski-Monastir (III) et Boboschévo.
23	0·3 à 0·40. Morelia (Michoacan) et Mexcala (Guerrero).
25	12·30, 12·55, 15·12, 15·15. Jamiltepec.
26	1·30. Sundgau, Bâle, Neuweiler. Fort
	10·30. Cerreto di Spoleto. Fort.
27	Bas Innthal (Brixleg, Schwaz, Innsbruck) et Zillerthal. Fort.
28	2·50. Cannara (Terugia). Léger.
29	15·7. Nagy-Bânya (Szathmar). Léger.
31	4·. Bossilégrad (Kustendil).
	5·30. Danville, Homer, Paris, Penfield (Illinois, Champaign Cy), Lafayette, Perrysville (Indiana) et environs. Trois chocs. En même temps une explosion de dynamite à Fairmount (Illinois).

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

LES TREMBLEMENTS DE TERRE (?) DE FLEURUS. — Les phénomènes que nous avons signalés il y a un mois (n° du 1er mai, p. 155) continuent, et les habitants de Fleurus commencent à s'inquiéter. De nouvelles secousses ont eu lieu les 14 et 31 mai. Celles du 31 se sont produites à 9 h. précises du matin, et voici ce que nous écrit à leur sujet M. J. Bastin-Lejuste, directeur de l'École moyenne de l'État :

« Aujourd'hui, à 9 h. du matin, j'étais occupé à écrire; mon pupitre et mon fauteuil ont été agités pendant une seconde, et il s'est produit un bruit semblable à celui que ferait un corps pesant tiré sur des dalles à la cave. Toutes les personnes que j'ai questionnées ont perçu des sensations analogues. Ces ébranlements mystérieux commencent à devenir inquiétants.

» Lors de la secousse du 14 mai, j'étais au dehors, sur la rue; je n'ai rien ressenti, mais toutes les personnes qui se trouvaient à l'intérieur des maisons ont éprouvé la sensation d'un corps assez pesant tombant sur le plancher. »

Il est à remarquer que les phénomènes dont nous parlons sont absolument localisés à Fleurus. Ce n'est pas la première fois, d'ailleurs, qu'on en observe de semblables dans le bassin houiller du Hainaut.

— LES TROUBLES ET LA VALEUR MOYENNE ANNUELLE DE LA DÉNUDATION DANS LE BASSIN DU TIBRE EN AMONT DE ROME (1). — Les renseignements suivants sont extraits d'un travail de M. de Magistris, publié dans la *Revue géographique italienne* (2) :

Le Tibre a un débit moyen de 229,65 mètres cubes d'eau par seconde. Or, si la valeur moyenne des troubles est de 1,462 grammes par mètre cube et par seconde, le Tibre transporte en moyenne par seconde 335 748 kilogrammes de matériaux en suspension. Cela fait pour une année une moyenne de 10595410 tonnes. Si nous prenons la densité moyenne de 2,4, adoptée par Penck à propos d'autres fleuves, ce poids en tonnes correspond à 4 414 754 mètres cubes de matériaux. Or, la surface du bassin du Tibre en amont de Rome étant de 16 592 kilomètres carrés, la valeur moyenne annuelle de la dénudation est de 266 millimètres; nous pouvons dès lors calculer qu'il faudrait 3 758 ans pour déterminer l'équivalent d'une dénudation uniforme d'un mètre.

Mais il en est du Tibre comme des autres fleuves étudiés à ce complexe

---

(1) Extrait d'une note de M. Calciati (*La Géographie*).

(2) *Le torbide del Tevere, e il valore medio annuo della denudazione nel bacino Tiberino a monte di Roma*, notizia di L. F. de Magistris, in *Rivista geografica Italiana*, X, 1903 : Marzo, p. 123-132; Aprile, p. 180-192; Maggio, p. 251-255; Giugio-Luglio, p. 342-350.

point de vue : quand on veut calculer la dénudation exacte du bassin, on ne tient pas compte de certaines matières dissoutes dans l'eau, ni des gros matériaux (cailloux et graviers) traînés sur le fond, spécialement à l'époque des crues.

D'après les analyses chimiques des eaux des principaux fleuves européens, on admet, en moyenne, que la quantité des matériaux en dissolution est égale à 1 : 6 000 du volume d'eau transporté jusqu'à la mer. L'analyse de l'eau du Tibre, faite par M. Chimenti en 1830, indique que les matières salines en dissolution sont dans la proportion de 70 centigrammes par kilogramme d'eau; ces 70 centigrammes se décomposent ainsi :

Carbonate de chaux	60 p. c.
— de magnésie	
Sulfate de chaux	
Chlorure de sodium, qui est assez commun dans les eaux pluviales.	23 p. c.

L'importance de la dose de carbonate de chaux ne doit pas nous étonner, car, pendant le régime des maigres, les 7/9 des eaux du Tibre sont fournis par la Nera, qui provient de régions presque exclusivement calcaires.

Avant d'aborder les dernières conclusions de M. F. de Magistris, il est nécessaire qu'on se fasse une idée aussi exacte que possible des variations de la dénudation qui correspondent aux différentes saisons.

Évidemment, toute la pluie qui tombe dans le bassin du Tibre, en amont de Rome, n'est pas transportée à la mer par le fleuve; on a pu calculer que les 41,1/1 000 de la quantité totale de la pluie suffisent à fournir les 230 mètres cubes d'eau environ par seconde, qui constituent le débit moyen du Tibre. D'autre part, d'après les observations du professeur E. Millosevich, la quantité totale des pluies qui tombent dans la partie centrale de la péninsule italique se répartit comme suit : 23/100 tombent au printemps, 11/100 en été, 37/100 en automne et 29/100 en hiver.

Par conséquent, si l'on suppose que, dans tout le bassin du Tibre en amont de Rome, cette répartition soit applicable, la pluie annuelle tombée dans ce bassin (1 073 ^{mm}) doit se distribuer suivant une pareille proportion; mais l'on doit faire d'abord deux parts : celle qui se perd par l'évaporation, infiltration, etc., laquelle doit être évaluée à 58,9 p. c., et celle qui va jusqu'au Tibre, égale à 41,1 p. c. C'est en partant de cette double série de considérations que M. F. de Magistris donne le tableau suivant :

	Eau allant au Tibre. P. c.	Eau perdue. P. c.
Printemps	9,453	13,547
Été	4,521	6,479
Automne	15,207	21,793
Hiver	11,919	17,081
Totaux. . .	41,100	58,900

Quel est le sort exact des 58,9 p. c. des eaux perdues ? On sait bien que dans une année s'évaporent 32 millions de mètres cubes d'eau de la surface des fleuves et des lacs du bassin du Tibre (quantité équivalente à une couche uniformément distribuée de 15 millimètres d'eau) ; mais on ne sait pas ce que devient le reste, qui est encore considérable.

D'après la valeur indiquée, la quantité des pluies suffisant à alimenter le Tibre se répartirait ainsi :

	Millimètres.
Printemps.	101,43
Été.	48,51
Automne	163,17
Hiver	127,89
	441,00

De ces chiffres on déduit aisément le débit du Tibre par saison :

	Mètres cubes.
Printemps	209 680
Été	99 850
Automne.	339 480
Hiver.	269 590

Poursuivant ces calculs, on obtient la valeur de la dénudation pour chaque saison :

	P. c.		Millimètres.
Printemps	13,3	c'est-à-dire	0.035
Été	10,6	—	0.028
Automne	52,6	—	0.140
Hiver.	23,5	—	0.063

Finalement, le Tibre, avec ses 10 595 410 tonnes transportées (1), est un des plus puissants « dénudateurs » de l'Europe, quelque limité que soit son bassin.

M. de Magistris reprend le tableau dressé par Penck dans sa *Morphologie* en le modifiant pour le Tibre :

FLEUVES.	TRANSPORT annuel de boue en millions de mètres cubes.	SUPERFICIE du bassin collecteur en milliers de mètres carrés.	NOMBRE d'années nécessaire pour une dénudation d'un mètre, d'après la masse des substances en suspension.	DÉNUDATION annuelle en micro-millimètres, d'après la masse des substances en suspension.
Rhône . .	2 94	99	33 700	29
Var . . .	7 38	2 3	310 (?)	3 240
Tibre. . .	4.41	16 6	3 758	266
Danube . .	34.19	817	23 900	42
Europe sud .	48.92	935	19 120	52.3

(1) On peut remarquer que cette masse charriée annuellement par le Tibre équivaudrait à la masse que pourraient transporter 105 954 wagons de 10 tonnes.

Si l'on étalait uniformément sur le territoire de Rome, dans le périmètre de l'octroi, toute la boue transportée par le Tibre, on obtiendrait une couche d'un metre en quatre ans environ.

L'excellente et méthodique étude de M. de Magistris fait comprendre et apprécier à l'aide de chiffres très précis l'œuvre grandiose d'érosion et de charriage qui résulte de la circulation des eaux courantes.

— Le climat de la Mandchourie. — Le climat de la Mandchourie est appelé à jouer un rôle important dans la guerre russo-japonaise. On ne possède que peu de renseignements sûrs à cet égard. Même le professeur Hann, le premier climatologiste du temps, a peu de chose à nous apprendre à ce sujet. Il résulte des communications de J. Ross, que pendant les mois de mars et d'avril il règne principalement, dans cette région asiatique, des vents de S.-W. vifs qui apportent de la chaleur et de l'humidité. A la fin du mois de mars, l'hiver cesse; le sous-sol est encore gelé à ce moment, mais on commence à labourer. Avril est le seul mois de printemps; à la fin de ce mois, on commence à semer le froment. En mai s'ouvre l'été; à la fin de juin ou au commencement de juillet, on fauche les blés.

Jusqu'à la fin de juin, la pluie est rare, le ciel est la plupart du temps clair, le temps nuageux fait en général défaut La chaleur atteint son maximum à la fin de juillet et au commencement d'août. Il survient alors de grandes pluies accompagnées d'orages. Il arrive souvent qu'il pleuve pendant plusieurs jours et plusieurs nuits de suite sans cesser. Le sol est alors complètement détrempé et il se produit des inondations. Le mois de septembre est celui de la récolte. Octobre est le plus beau mois de l'année. La chaleur est agréable pendant ce mois, le ciel est clair, l'air est frais et la végétation est à son apogée. A la fin de ce mois, se font sentir les premières gelées nocturnes. En novembre, le froid domine et il se maintient jusqu'en mars.

A Moukden, la température descend parfois jusqu'à 33° au-dessous de 0; pendant le jour, le froid n'est pas très sensible; il arrive même qu'au cœur de l'hiver, les rayons du Soleil deviennent, à raison de la situation méridionale de l'endroit, insupportables. Les températures les plus élevées de l'été sont de 37° à 38° C. Environ dix mois de l'année sont en majeure partie secs; pendant un mois seulement, l'humidité est considérable.

A Niutschwang, sur la rive nord du golfe de Liaotung, la température moyenne de l'hiver est de —8°9, la température moyenne de l'été de 23°8, et la chaleur moyenne de l'année 8°4 C. La province maritime russe a une température annuelle très basse. Vladivostok a une température hivernale de —12°1 en moyenne et une température moyenne d'été de 4°4 C. seulement.

Simultanéité des changements solaires et terrestres. *(Suite.)*

En 1873, l'idée d'une corrélation possible entre les changements solaires et les variations magnétiques avait fait de tels progrès que le département météorologique et magnétique de l'Observatoire de Greenwich reçut l'importante addition d'un photo-héliographe pour obtenir des photographies journalières de la surface solaire, ainsi qu'on avait commencé à le faire à Kew en 1865.

La même année, Köppen trouva que les maxima de température avaient lieu dans les années de minimum de taches, et qu'inversement les années froides correspondaient à une abondance de taches (1).

Un fait important est que la courbe de température à la surface de la Terre (nombre moyen pour tout le globe) et la courbe représentant l'aire des taches solaires sont identiques dans toutes leurs irrégularités.

Sous les tropiques, la température est de 0°41 au-dessus de la moyenne une année avant le minimum des taches, et de 0°32 au-dessous de la moyenne une année avant le maximum des taches. La variation est de 0°73.

En même temps, les observations spectroscopiques montraient que le Soleil est plus chaud quand le nombre des taches augmente, corrigeant ainsi l'idée ancienne que les taches agissent comme écran et diminuent la radiation. Le résultat de Köppen, qui paraissait paradoxal, a été expliqué de la manière suivante par Blanford (2) :

« Les températures utilisées par Köppen sont celles des couches inférieures de l'atmosphère dans les stations continentales, et doivent être déterminées *non par la quantité de*

(1) W. Köppen, *Zeitsch. fur Meteor.*, Bd. VIII, 1873, pp. 241 et 257.

(2) Blanford, *Bengal Asiat. Soc. Journ.*, 1875; *Nature*, 23 avril 1891, t. XLIII, p. 583.

chaleur qui tombe sur l'extérieur de la planète, mais par celle qui arrive à la surface de la Terre, surtout sur les régions continentales du globe. La plus grande partie étant formée par les mers, le principal effet immédiat d'un accroissement de chaleur doit être d'augmenter l'évaporation et, par suite, la production de nuages et de pluie. Une atmosphère nuageuse intercepte la plus grande partie de la chaleur solaire et une nouvelle évaporation de la pluie tombée refroidit la surface en même temps que la couche d'air voisine. La chaleur libérée par la condensation des nuages élève peut-être la température de l'air à l'altitude de la couche de condensation, mais il y a en même temps deux causes qui agissent pour abaisser celle de la couche inférieure. En conséquence, on peut comprendre qu'un accroissement de vapeur et, par suite, de pluie, après un accroissement de radiation, coïncide avec une température plus basse de l'air près de la surface du sol. »

Un nouveau progrès fut amené par l'étude de la pression atmosphérique. En 1875, M. C. Chambers, directeur de l'Observatoire de Bombay, trouva que :

« La variation de la pression barométrique moyenne annuelle montre une périodicité dont la durée correspond sensiblement avec la période décennale des taches solaires (1). »

Les années voisines de 1875 furent très importantes par le nombre des institutions nouvelles fondées pour réunir les observations variées de phénomènes à considérer dans cette courte revue historique. Des recherches météorologiques sur une large échelle furent organisées en Angleterre et dans l'Inde, tandis que des observatoires étaient créés à Potsdam, à Paris et à Londres, dans le but principal d'étudier les variations de l'état du Soleil. En même temps, on prenait

---

(1) *Meteorology*, Bombay Presidency, August, 1875, sect. 26, p. 12

des mesures pour réunir des observations sous les tropiques.

Il n'est pas inutile de rappeler ce qui a été fait en Angleterre et dans l'Inde.

A la suite d'une recommandation pressante de la Commission royale des sciences, présidée par feu le duc de Devonshire, le gouvernement décida l'établissement d'un Observatoire de physique solaire pour y faire des recherches sur la nature et les changements du Soleil, et divers travaux connexes qui paraissaient nécessaires.

La Commission proposa aussi que des institutions analogues fussent établies dans différentes parties de l'empire.

Le motif invoqué par la Commission royale, et ensuite dans un mémoire présenté au gouvernement par l'Association britannique, était que, dans l'opinion d'un grand nombre de savants, il existait une connexion plus ou moins intime entre l'état de la surface du Soleil et la météorologie de la Terre. On appelait l'attention sur ce fait que les travaux indépendants de différentes personnes avaient conduit récemment à la conclusion qu'il existe une relation entre la période des taches solaires, les périodes de famine des Indes et les cyclones de l'océan Indien. Les auteurs du mémoire concluaient :

« Nous rappelons que cette question scientifique, importante et pratique, ne peut être résolue définitivement sans l'aide d'une institution comme celle dont nous demandons d'urgence l'établissement. »

Ce mémoire fut transmis par les lords du comité du Conseil d'éducation à une commission composée de Stokes, Balfour Stewart et le général Strachey, pour examiner s'il était possible d'utiliser d'abord les laboratoires de chimie et de physique de South Kensington, l'Observatoire proposé devant être plutôt chimique et physique qu'astronomique. Les motifs suivants étaient invoqués :

« Quoique nous ne soyons pas en mesure de considérer à présent la construction d'un Observatoire physique sur un

grand progamme, nous croyons qu'il y aurait profit à mettre en pratique les nouvelles méthodes d'observation avec les ressources dont on dispose, afin d'acquérir une expérience qui permettra d'éviter des erreurs dans une installation plus complète. »

Pendant que l'étude de cette question se poursuivait, lord Salisbury, qui était secrétaire d'État pour l'Inde, m'autorisa à lui remettre un mémoire sur le sujet. J'y signalais surtout, en ce qui concerne les recherches solaires, la nécessité de connaître jour par jour ce qui se passe réellement sur le Soleil, renseignement que peuvent nous donner l'Inde et les autres contrées tropicales d'une manière régulière, tandis qu'il paraît à peu près impossible d'obtenir en Angleterre des données suffisamment continues. Voici un extrait de mon mémoire :

« Les recherches solaires sont actuellement poursuivies en Europe, à :

« 1° Potsdam, dans le nouvel observatoire solaire;

« 2° Paris, dans le nouvel observatoire physique;

« 3° Rome et Palerme;

« 4° South Kensington, en rapport avec le département de science et d'art;

« 5° Greenwich, Wilna et autres localités, d'une manière moins spéciale.

« Toutefois, dans les observatoires d'Europe, et surtout dans les régions du Nord, le climat est tel que les observations sont fréquemment interrompues, parfois durant plusieurs semaines, et, en hiver, le Soleil est tellement bas, que tout travail délicat devient impossible.

« L'Inde, au contraire, offre une quantité illimitée et constante de *matière première;* par un choix convenable, on y peut obtenir des observations de la meilleure qualité et en quantité suffisante pendant toute l'année. Dans les limites du domaine britannique, on peut dire que l'Inde en a le *monopole.* »

Cette requête fut accueillie et, peu de temps après, j'eus la satisfaction d'envoyer dans l'Inde un de mes assistants. Malheureusement, il mourut après avoir commencé la première série de photographies journalières du Soleil, mais le département de topographie reprit le travail, un observatoire fut édifié à Dehra Dun, l'Inde se mit à l'œuvre, et je suis heureux de constater que celle-ci n'a pas été interrompue depuis.

C'est seulement en 1879, à la suite d'une lettre du duc de Devonshire, qu'une somme de 500 livres sterling fut accordée pour remplacer la subvention du fonds gouvernemental administré par la Société royale, et pour développer les recherches. A la même époque fut constitué le Comité de physique solaire. Son objet était de faire un choix des méthodes d'observation, de réunir et de discuter les résultats, de rassembler tous les documents existant sur la matière et d'essayer d'obtenir des séries complètes d'observations sur les points les plus importants du globe.

Cette intervention de l'État était nécessaire, car l'étude du Soleil, si on la fait, doit être continue, parce que cet astre est soumis à des changements incessants, et que, plus on l'étudie, plus on trouve que les cycles d'évolution sont étendus. Les individus meurent, les nations survivent; il ne faut pas seulement des observatoires dans les centres d'activité intellectuelle, où les recherches se poursuivent au milieu d'une atmosphère scientifique; on en doit créer d'autres dans les régions favorisées de notre planète, pour obtenir les observations qui exigent le maximum de radiation du Soleil.

Sir George Airy, alors astronome royal, fut très favorable à ce projet et, grâce au concours de l'État, l'Observatoire de South Kensington fut bientôt agrandi; ils s'est beaucoup développé depuis, mais il reste encore dans le stage expérimental.

Cependant, et ce n'est pas ma seule opinion, je crois

pouvoir affirmer qu'il est aujourd'hui le mieux équipé du monde pour ce genre spécial de travaux. Son apparence est certainement mesquine, et des comparaisons peu flatteuses ont été faites jusqu'au sein de la Chambre des communes; l'aspect de ses baraquements de bois et de toile rappelle les ménageries ambulantes plus ou moins recommandables, mais il est muni des meilleurs instruments et cela suffit pour le présent.

Pendant le dernier quart de siècle, on a fait beaucoup de besogne, et les colonies et dépendances de la Grande-Bretagne nous ont prêté un large concours; on en a peu parlé, parce que les départements ministériels n'ont pas l'habitude de la réclame et que la lecture des livres bleus n'est pas très intéressante.

D'abord, les photographies journalières de l'Inde, dont le nombre est assez restreint pendant un mois ou deux de la mousson du Sud-Ouest, ont été suppléées par l'établissement d'un double instrument à Maurice, et je suis heureux de dire que, depuis lors, le travail y a continué sans interruption.

Nous avons ainsi deux stations tropicales, dont l'ensemble peut nous donner, sans lacunes, une série d'épreuves sur les changements du Soleil. Un autre appel a été fait à l'Australie. Les résultats ont été transmis pendant quelque temps, mais j'ai le regret d'apprendre que ce service a été supprimé.

Les envois sont faits régulièrement, avec toutes les précautions contre les pertes au cours du trajet, à l'Observatoire de South Kensington; quand les photographies ont manqué à Greenwich, on y a envoyé les épreuves correspondantes, où elles sont réduites pour continuer la série commencée en 1873, comme succession de l'entreprise de Kew.

Quel en a été le résultat? Feu l'astronome royal commença le travail à Greenwich en 1873. De 1874 à 1878, le

nombre moyen des épreuves journalières fut un peu supérieur à 160, les nombres exacts étant 159, 161, 167, 171, 149. Telle fut l'œuvre de Greenwich seule, l'œuvre nationale.

Venons maintenant à l'œuvre impériale.

Si l'on prend les années au hasard, entre 1889 et 1893, je trouve que nous avons obtenu des photographies du Soleil en 1889 pour chaque jour de l'année excepté trois, que quatre jours manquent en 1890 et deux seulement en 1891. Il est facile de comprendre qu'avec des documents si magnifiquement complets, l'étude de la physique solaire a été énormément améliorée.

Heureusement pour la science, même avant ces progrès réalisés, en vue d'assurer une collection continue des taches solaires, Respighi (1869) et Tacchini (1872) avaient commencé à Rome une étude journalière des protubérances solaires et l'enregistrement des latitudes où elles apparaissent à différentes époques.

Je passe sur les travaux les plus importants faits dans le dernier quart de siècle, pour aborder seulement les résultats qui se rapportent à la connexion entre les changements solaires et terrestres.

Des progrès importants furent réalisés en 1878.

M. F. Chambers, en continuant ses études sur la marche du baromètre dans l'Inde (1), trouva un degré frappant de ressemblance entre cette marche pendant l'été, l'hiver et l'année, et la fréquence des taches solaires d'année en année; mais il observa que la courbe barométrique est *en retard* sur celle des taches, surtout dans les années de maximum de celles-ci. La courbe est plus régulière en hiver qu'en été, sans doute parce que le temps dans l'Inde est généralement plus fixe en hiver; mais les deux courbes,

(1) *Nature*, vol. XVIII, p 567.

dans leur ensemble, s'accordent pour indiquer de *basses pressions* vers l'époque du *maximum des taches* et de *hautes pressions* aux époques de *minimum.*

Nous pouvons en conclure que le Soleil est *plus chaud* aux époques voisines du *maximum* des taches. M. Chambers ajoute que ces résultats paraissent en harmonie avec les variations décennales de la pluie dans l'Inde et qu'ils expliquent la variation inverse (comparée avec les taches solaires) de la pluie d'hiver au nord de l'Inde.

M. Allan Broun, en discutant les lectures barométriques de l'Inde, trouva aussi que les années de haute et de basse pression sont probablement les mêmes dans les différentes stations de l'Inde et que, par suite, la relation établie par M. Chambers s'applique à toute cette contrée (1).

J'arrive à la pluie. En reprenant ses études sur ce sujet, le Dr Meldrum établit qu'il y a une coïncidence remarquable entre la variation de la pluie et des taches solaires à Edimbourg, coïncidence beaucoup plus remarquable encore qu'à Madras. Les années de pluie maximum ou minimum coïncident avec celles des taches solaires pour les cycles moyens; de part et d'autre, il y a une gradation régulière du minimum au maximum ou inversement. »

Le minimum de pluie arrive, en moyenne, dans l'année qui précède le maximum des taches.

Le résultat de ces recherches montre que, dans 54 stations de la Grande-Bretagne, de 1824 à 1867, la pluie a été de $1^{mm}90$ *au-dessous* de la moyenne dans les années de minimum de taches et de $2^{mm}29$ *au-dessus* de la moyenne quand les taches étaient maximum.

Pour 34 stations d'Amérique, les nombres correspondants furent $2^{mm}39$ et $2^{mm}87$.

Dans le rapport du département météorologique du gou-

(1) *Nature*, vol. XIX, p. 6.
(2) *Nature*, vol. XVIII, p. 565.

vernement de l'Inde publié cette année (1878), on trouve dans la partie relative à l'action solaire :

« La météorologie de l'Inde, pendant les années 1877-1878, semble suggérer, sinon établir, la proposition suivante :

« Les périodes de minimum des taches solaires tendent à prolonger les pressions élevées dans l'Inde, à provoquer une abondance anormale des pluies d'hiver et de chutes de neige sur les régions de l'Himalaya... Elles semblent aussi accompagnées par une faible mousson de Sud-Ouest. »

En 1880, M. F. Chambers, rapporteur pour la météorologie de l'Inde occidentale [1], étudia la relation des famines de l'Inde avec la marche du baromètre. Il conclut de son enquête qu'il existe une relation intime entre les *taches solaires*, la *pression* et la *pluie*, et comme les famines sont dues généralement à un déficit de pluie, il est probable que l'on doit les ajouter à la liste précédente de phénomènes corrélatifs.

Pour les variations diurnes anormales aux différentes stations dans l'ouest de l'Inde, on a trouvé que les fluctuations anormales du baromètre se manifestent sur une étendue d'autant plus grande qu'elles sont de plus longue durée. La comparaison des observations de Batavia et de Bombay a montré que les courbes des deux stations sont presque identiques, avec cette différence remarquable que les courbes de Batavia indiquent un retard presque constant d'environ un mois sur celles de Bombay.

Des résultats analogues sont fournis par d'autres stations : Sainte-Hélène, Maurice, Madras, Calcutta et Zi-ka-wei. Les courbes obtenues en ces différents points offrent une grande ressemblance, mais le défaut de simultanéité est manifeste ; la règle générale est que les changements appa-

(1) *Nature*, vol. XXIII, p. 109.

raissent aux stations de l'Ouest plusieurs mois avant de se manifester aux stations situées plus loin à l'Est.

Ainsi, de 1841 à 1846, les courbes de Sainte-Hélène sont quelquefois en avance d'environ six mois sur celles de Madras et souvent d'un intervalle plus grand sur les courbes de Bombay et de Calcutta.

Ces faits paraissent suggérer à M. Chambers que de longues vagues atmosphériques (si on peut ainsi les appeler) se propagent lentement avec une vitesse variable de l'Ouest à l'Est, comme les cyclones des latitudes extra-tropicales.

Pour les famines, il a remarqué, en comparant les dates des famines graves qui se sont produites dans l'Inde depuis 1841, que les famines générales sont généralement accompagnées ou immédiatement précédées par des vagues de haute pression. Il émet donc l'idée que l'approche des famines pourrait être prévue de deux manières :

a) Par l'observation de l'aire des taches solaires et le dépouillement des observations, afin d'avoir une première information rapide des changements de courants sur le Soleil ;

b) Par des observations barométriques à des stations très différentes en longitude, et la communication rapide des résultats aux stations situées à l'Est.

La même année, M. Blanford (1) découvrit que :

« Entre la Russie et la Sibérie occidentale, d'une part, et, d'autre part, la région indo-malaisienne, existe une oscillation cyclique et réciproque de la pression, telle que la pression est maximum sur la Sibérie occidentale et la Russie vers l'époque du maximum des taches solaires et sur l'Indo-Malaisie vers l'époque des minima de taches. »

(La fin prochainement). N. LOCKYER.

---

(1) *Nature*, vol. XXI, p. 480.

Idées anciennes et idées modernes sur la Voie lactée. *(Fin.)*

Les amas d'étoiles se répartissent, d'après leur aspect, en deux classes distinctes : les uns sont des masses globulaires bien délimitées, beaucoup plus riches au centre que sur les bords. Ils ne sont pas très nombreux et l'on ne saurait énoncer, au sujet de leur distribution, aucune loi précise. D'autres amas stellaires sont irréguliers de forme, sans aucune condensation vers le centre. Ceux-là sont en énorme majorité dans la Voie lactée et ce sont eux qui contribuent le plus à la rendre visible à l'œil nu. Une aire de quelque étendue, prise à peu près au hasard dans la Voie lactée, renferme cent fois plus d'étoiles groupées en amas qu'une aire équivalente prise au dehors. Une seule région, en dehors de la Voie, se montre plus riche que la moyenne en amas stellaires : elle est voisine du pôle austral et forme les deux Nuées de Magellan. Dans l'une et l'autre abondent les essaims stellaires et les nébuleuses étendues et brillantes.

La conclusion qui paraît s'imposer est celle-ci : la catégorie des amas non globulaires, de beaucoup la plus nombreuse, appartient à peu près en totalité à notre système sidéral. Il n'y a pas lieu de faire exception pour les amas les plus lointains et les plus difficiles à résoudre, mais seulement pour ceux qui sont englobés dans les Nuées de Magellan.

On doit aux deux Herschel des remarques non moins suggestives en ce qui concerne les nébuleuses. Celles-ci se divisent d'après leur aspect en trois classes : des masses petites et condensées, en forme de globe ou d'anneau; des spirales doubles émanant d'un foyer central; enfin, des taches étendues, sans contour géométrique. Cette dernière classe est incomparablement la plus nombreuse et la plus anciennement connue. Elle seule a pu faire l'objet d'études statistiques de la part de William et de John Herschel.

Or, si l'on reporte sur une Carte céleste les positions observées des nébuleuses, on constate que les formes planétaires ou annulaires tombent à peu près toutes sur le trajet de la Voie lactée. Les spirales se rencontrent indifféremment à toute distance de ce plan; les nébuleuses irrégulières ont pour ce même plan une antipathie décidée. Toute région de quelques degrés carrés où le nombre des nébuleuses surpasse la moyenne est située loin de la Voie lactée; il n'y a exception que pour les Nuées de Magellan. Si nous cherchons dans notre hémisphère le centre du groupement des nébuleuses, nous le trouverons précisément au pôle boréal de la Voie. La rareté des nébuleuses dans le plan galactique est tout aussi manifeste dans l'hémisphère opposé et, si leur préférence pour le pôle est moins évidente, cela pourrait tenir tout simplement à ce que cette région est encore imparfaitement explorée au point de vue de la recherche des nébuleuses (1).

Nous sommes ainsi amenés aux énoncés suivants : les nébuleuses planétaires ou annulaires font partie intégrante du système galactique; les nébuleuses en spirale lui sont étrangères; les nébuleuses vagues et irrégulières sont en dehors du plan de la Voie, mais cependant sous la dépendance, comme si ce plan était le siège d'une force capable de résoudre les nébuleuses en étoiles ou de les chasser à distance.

John Herschel n'a indiqué qu'avec beaucoup de réserve les conséquences théoriques que suggère la répartition des amas d'étoiles et des nébuleuses. Sans doute, l'échec de la première tentative de son père pour assigner la forme extérieure du monde stellaire l'avait rendu circonspect; mais, sans quitter le terrain des faits, John Herschel eut encore l'occasion de faire une remarque intéressante : il reconnut

(1) J. HERSCHEL, *Outlines of Astronomy* et *Cape observations*. Ces résultats sont confirmés par les recherches plus récentes de Stratonoff, *Études sur la constitution de l'Univers*, 1re partie, 1900, et 2e partie, 1901 (avec atlas).

que la propension à s'agglomérer dans le plan galactique, si marquée pour les faibles étoiles, n'existe pas pour les astres visibles à l'œil nu. La Carte des étoiles de 6e grandeur et au-dessus ne révèle pas le tracé général de la Voie lactée, moins encore ses ramifications, ses recrudescences et ses lacunes. Les étoiles brillantes admettent aussi un plan de condensation et de symétrie, mais ce plan est incliné de 20° sur le cercle galactique et traverse, dans notre hémisphère, les constellations d'Orion, du Taureau, de Persée, de Cassiopée, de Céphée, du Cygne et de la Lyre.

Le Dr Gould, appelé en 1870 à Cordoba pour prendre la direction d'un observatoire sans instruments, y utilisa, comme l'on sait, ses loisirs forcés en passant à l'œil nu la revue du ciel austral. Il retrouve et complète les résultats de John Herschel, prolonge le cercle des belles étoiles à travers les constellations du Grand Chien, de la Colombe, du Navire, de la Croix, du Centaure, du Loup, du Scorpion. De même que la Voie lactée, ce cercle se dédouble sur une portion de son parcours. La symétrie devient plus satisfaisante si l'on ne considère que les étoiles de 4e grandeur et au-dessus. Il y aurait donc lieu de considérer le Soleil comme faisant partie d'un groupe de moins de 500 étoiles, assez analogue à l'amas des Pléiades et situé non loin du plan galactique. Notre place dans ce groupe serait du côté des constellations d'Ophiuchus et d'Hercule, car, dans cette région, le tracé du cercle moyen des belles étoiles devient indécis (1).

D'après M. J.-R. Sutton (2), il y aurait entre les deux cercles relation physique, car au voisinage de leur intersection la Voie lactée présente un aspect incohérent et déchiré et plusieurs de ses ramifications vont converger sur de

---

(1) *Uranometria argentina.* Buenos-Ayres, 1879.

(2) *On the plan of sideral structure* (*Knowledge*, 1er juillet 1891).

belles étoiles. La coïncidence peut être curieuse; mais il est vraiment trop difficile d'admettre que les astres de 1re grandeur soient à la même distance moyenne que la Voie lactée, où dominent si évidemment les étoiles faibles.

Nous nous sentirons sur un terrain plus solide si nous appelons à notre aide les procédés de l'analyse spectrale. On sait que si l'on décompose la lumière des astres à l'aide d'un prisme ou d'un réseau, le spectre obtenu peut offrir des caractères bien différents. On est ainsi amené à distribuer les étoiles en catégories indépendantes de leur situation ou de leur grandeur apparente. Une première classe (étoiles blanches à reflet bleu) possède un spectre continu interrompu à peu près uniquement par les raies de l'hydrogène. Une seconde classe (étoiles blanches à reflet jaune) montre de nombreuses raies métalliques, les mêmes, en général, qui se rencontrent dans le spectre du Soleil. Ces deux classes se prêtent à des subdivisions sur lesquelles nous n'insisterons pas. Les catégories suivantes, étoiles rouges, étoiles à spectre formé de lignes brillantes, sont relativement peu nombreuses, peu lumineuses, et il serait prématuré de formuler des conclusions générales au sujet de leur distribution.

Attachons-nous seulement aux deux premières classes, les plus riches et les mieux connues. On peut considérer comme établi que les étoiles jaunes sont à une température moins élevée que les bleues, qu'elles possèdent un moindre pouvoir actinique pour un même éclat visuel et qu'elles renferment une proportion beaucoup plus considérable d'étoiles à fort mouvement propre. Il devient ainsi très probable que les étoiles jaunes forment un groupe relativement restreint, dont le Soleil ferait partie, et que leur luminosité, en général assez forte, tiendrait plus à leur proximité qu'à leur éclat intrinsèque.

Cette hypothèse va se trouver confirmée si nous examinons la répartition des deux classes d'étoiles. La première

classe est manifestement concentrée sur la Voie lactée et il est à croire, comme nous le verrons tout à l'heure, que cette concentration serait plus marquée si l'étude spectrale avait pu comprendre les astres très faibles. Mais les étoiles jaunes ne montrent à aucun degré cette tendance, et leur agglomération se fait plutôt autour du pôle boréal de l'équateur terrestre. Nous sommes ainsi ramenés, suivant l'idée émise il y a un siècle et demi par Lambert, à nous considérer comme citoyens d'un groupe assez bien défini, beaucoup plus étendu que le système solaire, mais beaucoup moins que la Voie lactée, et allongé dans une autre direction que celle-ci.

Les recherches que nous venons de signaler ont reçu une impulsion considérable à l'Observatoire de Harvard College, à la suite des progrès réalisés dans la sensibilité des plaques photographiques. Il est devenu possible, à l'aide d'un prisme installé devant l'objectif d'une lunette, d'enregistrer à la fois sur une même plaque, en peu de minutes, plusieurs centaines de spectres d'étoiles. Le dernier catalogue publié par M. Pickering comprend 10 351 objets. Toutefois, il reste encore bien à faire pour étendre cette classification chimique jusqu'au pôle sud ou pour la compléter, dans l'hémisphère boréal, en ce qui concerne les astres faibles.

La classification visuelle, suivant l'éclat apparent, est, au contraire, complète pour le ciel entier, jusqu'à une limite de grandeur comprise entre la 9e et la 10e. Elle s'étend à près d'un million d'objets énumérés dans six ou sept volumes, avec les indications nécessaires pour les retrouver. C'est encore à la photographie que nous devons ce résultat. Le travail limité à l'hémisphère nord avait demandé vingt ans d'efforts à une association d'astronomes. En usant des méthodes modernes, M. Gill, directeur de l'Observatoire du Cap, a remis en peu d'années l'hémisphère austral au niveau de l'autre. Il lui a même fait réaliser une véritable

avance, car il est allé un peu au delà de la 10e grandeur. L'inégalité entre les deux hémisphères sera rétablie par la publication du grand Catalogue international, aujourd'hui en cours d'exécution, et qui comprendra trois millions d'étoiles disséminées sur la voûte céleste tout entière.

Il est beaucoup plus vite fait de compter des objets dans un catalogue imprimé que les étoiles dans le ciel. Classer ces objets d'après les chiffres inscrits en regard est cent fois plus expéditif que d'estimer correctement les grandeurs, tout en prenant les notes nécessaires pour éviter les confusions. La publication du catalogue du Cap devait donc suggérer l'idée de reprendre les sondages de Herschel, étendus cette fois au ciel tout entier, et subdivisés d'après l'ordre de grandeur. Ce travail a été accompli dans ces dernières années avec autant de persévérance que de succès par M. Stratonoff, astronome à l'Observatoire de Taschkent. Les cartes qui résument cette recherche sont très instructives. Elles représentent la voûte céleste divisée par des méridiens et des parallèles en 1 800 parties d'aire à peu près égale. Dans chaque case on inscrit un chiffre proportionnel au nombre d'étoiles d'une grandeur déterminée qui s'y rencontrent. Il a fallu construire autant de ces cartes, pour chaque hémisphère, que l'on a établi de subdivisions dans l'ordre des grandeurs.

Les premières cartes embrassent les étoiles visibles à l'œil nu. Nous y touchons du doigt ce fait, déjà signalé par J. Herschel et le Dr Gould, que les astres brillants ne se concentrent en aucune façon sur la Voie lactée. Mais ce que les cartes suivantes mettent en lumière, et ce que nous ne savions pas avant M. Stratonoff, c'est que la concentration ne se manifeste pas davantage pour les étoiles des grandeurs suivantes (6.1 à 6.5 et 6.6 à 7.0). Les intersections du plan galactique avec l'équateur et, plus généralement, l'équateur entier, sont dans les deux cas des régions plus pauvres que la moyenne. D'un hémisphère à l'autre

les répartitions sont assez dissemblables. Il y a donc lieu de croire que le Soleil est compris dans un groupe plus étendu que celui que Gould a considéré, nullement aplati sur le plan galactique, et allongé dans un sens à peu près perpendiculaire à l'équateur terrestre. Notre position à l'intérieur de ce groupe ne serait pas centrale.

C'est seulement à partir de la grandeur 7.5 que la condensation se prononce et que le plan galactique ne traverse plus que des régions riches. La 6e carte de l'hémisphère boréal (grandeurs 8.1-8.5) nous montre la naissance d'une agglomération sur l'équateur vers 7 heures d'ascension droite, à la place même où jusque-là nous observions un déficit. Dans la carte suivante (grandeurs 8.6-9.0) nous voyons cette agglomération se développer et devenir prépondérante. Elle s'efface dans la carte suivante (grandeurs 9.1-9.5). En juxtaposant les cartes, nous pouvons ainsi voir naître, évoluer et disparaître plusieurs condensations distinctes. A elle seule, cette possibilité montre qu'il y a bien, dans la majorité des cas, relation entre l'éclat d'une étoile et sa distance et que le procédé de sondage par évaluation des grandeurs n'est pas illusoire. La marche suivie par M. Stratonoff est en somme celle des naturalistes qui étudient un tissu organique sous le microscope par tranches successives.

Les plus faibles grandeurs représentées au complet dans les catalogues sont 9.5 pour l'hémisphère nord, 10.0 pour l'hémisphère sud. Nous sommes loin de la limite atteinte par Herschel, qui pouvait, dans des conditions favorables, compter les étoiles de 14e grandeur. Les dernières cartes qu'il a été possible de dresser accusent, mieux que toutes les précédentes, l'agglomération des étoiles le long du plan galactique. Mais, remarquons-le bien, elles ne reproduisent à aucun degré les particularités de structure de la Voie telle que nous l'observons à l'œil nu, les recrudescences d'éclat, les ramifications, les lacunes. Le Sac à charbon de

la Croix du Sud, l'espace compris entre les deux branches qui demeurent séparées de α Centaure à α Cygne, sont des régions tout aussi riches que leurs voisines, quand on ne dépasse pas la 10e grandeur.

Ainsi le dessin connu de la Voie lactée résulte uniquement de la présence d'un nombre immense de très petites étoiles, confondues à la vue simple et même pour beaucoup de lunettes astronomiques, mais perceptibles isolément dans l'instrument d'Herschel.

Les sondages de M. Stratonoff sont donc bien loin d'atteindre les limites de l'Univers visible, et il est à souhaiter qu'ils soient repris sur une base plus étendue. Ils n'en méritent pas moins dès à présent une grande attention. La comparaison des cartes fait voir qu'il existe un nombre assez élevé de nuées stellaires toutes à peu près situées dans le plan galactique, dont les unes se touchent et se pénètrent, d'autres étant séparées par de larges espaces relativement vides. C'est seulement pour les nuées les plus voisines de nous qu'il est possible actuellement de déterminer la distance moyenne, la figure et l'épaisseur.

La plus intéressante est, bien entendu, celle qui nous englobe. M. Stratonoff la désigne par la lettre A. Elle est située un peu au nord du plan moyen de la Voie et s'étend plus vers le nord que vers le sud. Sa largeur ne dépasse guère le double de la distance au Soleil des étoiles de grandeur 6.5.

Trois autres nuées, les plus voisines de nous, après celle dont il vient d'être question, occupent respectivement les constellations du Cocher, de la Poupe et du Scorpion. Leurs parties les plus voisines sont à la distance moyenne des étoiles de grandeur 6.6, leurs parties les plus éloignées à la distance des étoiles de 9e grandeur.

M. Stratonoff détermine encore les positions de cinq autres nuées, toutes très voisines de la Voie lactée. Pour chacune d'elles, nous pouvons assigner une distance aux

parties les plus rapprochées. Leur profondeur extrême dépasse l'extension des catalogues, mais non pas selon toute apparence la portée des puissantes lunettes actuelles. Leur délimitation ne serait donc qu'une affaire de temps et de patience. Et il semble bien, à considérer l'aspect discontinu de la Voie lactée, que ces nuées ne se projettent pas en foule les unes sur les autres, mais qu'elles constituent plutôt un cordon assez mince, en forme de spirale ou d'anneau, avec deux circonvolutions tout au plus.

Nous ajouterons que cette manière de concevoir la structure du monde sidéral est d'accord avec ce que nous apprennent les meilleures photographies modernes, quand on s'applique à les présenter dans un ordre rationnel.

Pour quelques-unes de ces épreuves, j'indique en note les publications où ont paru, à ma connaissance, des reproductions satisfaisantes sur papier. Mais les épreuves sur verre, que j'ai eu l'occasion d'examiner, sont toujours plus fidèles et plus instructives. Je dois, pour cette communication, une reconnaissance particulière au Dr Isaac Roberts et à M. W.-H. Wesley, secrétaire-adjoint de la Société royale astronomique de Londres.

Ainsi l'existence de vastes agglomérations d'étoiles possédant une individualité distincte apparaît avec clarté sur diverses épreuves de M. Barnard (1). En général ces grands amas se projettent sur un fond particulièrement sombre, comme s'ils avaient absorbé les étoiles voisines. Il en est ainsi des amas de Persée, quand on les photographie avec un champ étendu, comme l'a fait également M. Barnard.

Lorsqu'il se rencontre des nébuleuses dans la Voie lactée, elles paraissent d'ordinaire en relation physique avec les étoiles. Ou bien elles tombent à la limite d'une région riche et d'une région pauvre, ou bien, de même que les

(1) *Great star cloud in Sagittarius. Milky way near* M. II. *Region near* ω *Nebula* (*Monthly Notices* XLIX, mars 1899).

amas, elles montrent une propension à faire le vide autour d'elles (1).

Ailleurs, la matière cosmique s'arrête aux mêmes limites qu'un groupe d'étoiles, lui forme une atmosphère commune, et manifeste ainsi son unité (2).

Ces nuées stellaires, dont on ne peut révoquer l'existence en doute, deviennent à leur tour les éléments d'assemblages nouveaux et constituent des figures déterminées. Souvent elles se disposent en anneau et dans le vide intérieur flottent des amas isolés. Ce sont en quelque sorte de petites voies lactées dans la grande (3).

Si l'on veut des systèmes comparables, par leur étendue et leur complexité, à la Voie lactée proprement dite, il faut s'adresser aux nébuleuses en spirale. Ces nébuleuses se rencontrent, comme nous l'avons dit, à toute distance du plan galactique et ne paraissent pas en relation physique avec les étoiles. Elles ne se décomposent pas dans nos instruments, mais, pour celles dont l'éclat permet de pousser un peu loin l'étude spectrale, par exemple pour la grande nébuleuse d'Andromède, le spectre est de nature stellaire et il est à croire que leur irrésolubilité n'est qu'une conséquence de leur extrême éloignement. Toutes montrent, sur les clichés à longue pose, une parenté de structure remarquable : d'une condensation centrale partent deux traînées lumineuses diamétralement opposées. Ces deux traînées se recourbent dans le même sens, se ramifient dans le plan initial, passent par de nombreuses alternatives d'affaiblissement et de recrudescence et s'arrêtent après avoir exécuté une demi-circonvolution ou davantage. Un

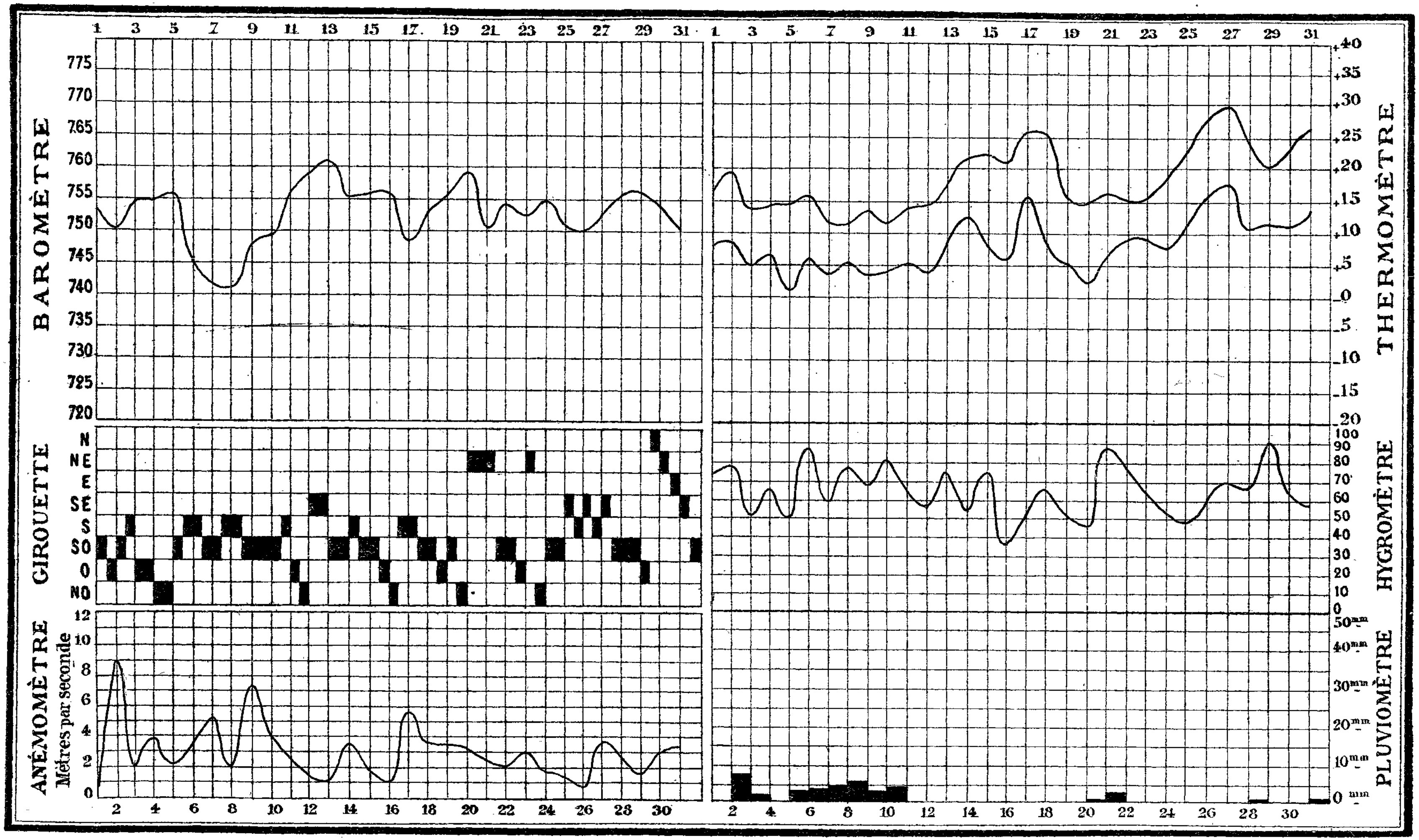
---

(1) Dr Roberts, *Nebula in Monoceros. New nebula in Monoceros* (*Knowledge*, novembre 1891). *Nebula* H. V. 37 Cygne (*Knowledge*, novembre 1898). *Nebula* N. C. G. 1499 Persée (*Knowledge*, février 1899).

(2) E.-E. Barnard, *Milky way near θ Ophiuchi* (*Monthly Notices*, XLIX, mars 1899). — Dr Max Wolf, *Milky way about ξ Cygni* (*Knowledge*, décembre 1891).

(3) Dr Roberts, N. G. C. 2237-9. — E.-E. Barnard, *Region near* 58 *Ophiuchi* (*Monthly Notices*, XLIX, mars 1899).

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Mai 1904.



N. B. _ La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

observateur placé près du centre se verrait donc entouré d'un anneau irrégulier, renforcé ou dédoublé sur une portion de son parcours. Les nébuleuses à condensation centrale relativement faible et à spires développées nous offrent l'image la plus vraisemblable de ce que nous montrerait la Voie lactée, s'il nous était donné de la voir par le dehors (1).

Nos moyens d'observation actuels ne donnent pas lieu d'attendre beaucoup de progrès nouveaux dans l'étude des nébuleuses en spirale. Mais il est à croire que l'analogie pourrait être poussée plus loin, si nous connaissions mieux le plan de la Voie lactée; et l'on peut, à cet égard, fonder de grandes espérances sur une application plus étendue de la méthode de M. Stratonoff, application qui deviendra possible dès que nous serons en possession de la Carte photographique internationale (2).

P. Puiseux,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

Revue climatologique mensuelle.

MAI 1904.

Mai 1904 a été beau et sec.

Sa température a été agréable, et elle a dépassé la normale de 0°9.

Certains moments du mois ont été chauds, notamment le milieu et la fin : du 13 au 18, la moyenne thermique s'est élevée à 16°1 (normale = 12°4), et du 25 au 31, à 19°2 (normale = 14°3).

---

(1) Dr Roberts, *Great nebula in Andromeda*, H. V. I Ceti (*Knowledge*, juin 1900); M. 33 Triangle (*Knowledge*, février 1898); M. 74 Poissons (*Knowledge*, février 1897). — Wilson, *Nebula in Canes Venatici*. — Observatoire Lick, *Nebula in Ursa Major* (les deux dernières épreuves font partie de la collection de la Société Royale astronomique).

(2) Reproduit du *Bulletin astronomique* (Paris), numéro de mai 1904. — Voyez aussi, sur le même sujet, les 21e et 23e années de *Ciel et Terre* (articles de Stratonoff et de Newcomb).

Deux périodes ont été légèrement au-dessous de la normale : du 1er au 12, avec 9°8 (normale = 11°3), et du 19 au 24, avec 11°5 (normale = 13°4).

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	752,5mm	752,7mm
— — — la plus élevée.	757,3	. .
— — — — basse.	748,1	. .
Température moyenne du mois. . . .	12°6	13°5
— — la plus élevée . .	16,6	. .
— — — basse . .	9,4	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	31,8	30°0
Minimum — — . . .	— 1,5	1,3
Nombre de jours de gelée	0	0
— maximum de jours de gelée . .	1	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	227	183
— — (total possible) . . .	478	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(21), W(15) NE(14), E(13)	SW(32), S(19) W(16), NW(8)
Vitesse moyenne du vent.	4,3m	3,0m
Humidité à midi	61,9	65,0
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	3,7mm	3,9mm
— totale du mois	115	121
Hauteur de pluie tombée	55	41
— de neige —	1	0
— totale d'eau —	56	41
— maximum —	157	. .
— minimum —	1	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	15	17
— de pluie	16	20
— de neige	0,4	0
— de grêle	1,4	2
— de tonnerre	2,7	3
— de brouillard	2	2
— couverts	1,4	1
— sereins	1,0	0
Nébulosité moyenne	6,4	7,9

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

La période où il a fait le plus frais est celle du 7 au 12, précédant les *Saints de glace*. Elle n'a donné que 8°6 (normale = 11°8).

Le maximum thermométrique absolu s'est produit le 26 et il a été de 30°0 (1). On avait déjà noté 26°3, le 17.

Le minimum absolu, 1°3, a été observé le 5; le 20, on a encore constaté 2°5. A ces dates, le thermomètre à l'*air libre*, sur le gazon, est descendu respectivement à —4°3 et —4°7.

La température *sous abri* n'a dépassé le point de congélation que dans l'Ardenne et en quelques points de la Belgique moyenne.

LOCALITÉS.	Plus basse température.	Jours de gelée.
Paturages	— 0°6	1
Bourg-Léopold	— 0,2	2
Maeseyck.	— 0,1	1
Florennes	— 0,5	2
Donstiennes	— 0,9	2
Verviers (Stembert).	— 0,5	2
Spa	— 1,0	2
Barrage de la Gileppe	— 1,3	2
Baraque Michel.	— 2,5	4
Hockai	— 3,1	5
Stavelot	— 2,4	3
Ville-du-Bois	— 2,9	2
Bernistap.	— 4,7	3
Laroche	— 1,0	2
Bastogne.	— 1,9	2
Beauplateau	— 1,2	1
Carlsbourg	— 1,7	1
Etalle.	— 1,0	3

Nous avons dit que le mois dernier avait été sec. En effet, la grande majorité des stations ont indiqué un total d'eau inférieur à la quantité normale. A Uccle, entre autres, on n'a mesuré que 41 millimètres, dont 36 du 2 au 10; il n'est pas tombé d'eau du 11 au 19, et du 20 au 31 on n'a

(1) Voir plus loin la note que nous publions à propos de ce maximum.

recueilli que 5 millimètres. Pour l'ensemble du mois, le déficit est de 27 p. c.

Dans certaines régions du pays, et notamment dans la zone maritime, des pluies d'orage survenues au commencement de mai, ont sensiblement grossi le total des précipitations. Pour la zone en question, la moyenne s'est élevée à $68^{mm}5$. Voici, pour d'autres parties du territoire, les plus forts totaux observés (plus de 60^{mm}) :

	mm
FLANDRE ORIENTALE.	
Somergem	61,8
HAINAUT.	
Harchies	68,0
Mons	63,0
ANVERS.	
Grobbendonck.	66,0
Ryckevorsel	60,4
LIÉGE.	
Hestreux	64,8
Baraque Michel	89,0
Stavelot	63,9
LUXEMBOURG.	
Bastogne	64,7
Beauplateau	61,5
Libramont	71,2
Carlsbourg	72,4
Arlon	101,5

C'est le centre du pays qui a reçu le moins d'eau. Voici les plus faibles totaux qui y ont été constatés :

	mm
Seneffe.	29,0
Haut-Ittre.	31,0
Gembloux	31.7
Wavre	22,0
Jodoigne	22,0
Laeken.	29,2

Le 8 mai, journée orageuse dans la zone maritime, le pluviomètre a marqué $22^{mm}0$ à Bruges, $28^{mm}5$ à Heyst et $26^{mm}4$ à Nieuport.

Il est tombé un peu de neige dans la haute Belgique les 4 et 9. Le 4, la couche de neige avait une épaisseur de 2 centimètres à Hockai, et le 9, de 1 centimètre à Bastogne. Les différentes chutes de neige observées à Hockai ont donné une hauteur d'eau de $3^{mm}4$.

On a, à deux ou trois reprises, entendu gronder le tonnerre en mai 1904. A Mont-sur-Marchienne et à Verviers,

le phénomène s'est produit à 4 reprises; à Iseghem, à 5 reprises. Par contre, un assez bon nombre de stations n'ont pas enregistré la moindre manifestation orageuse.

La girouette a presque constamment pointé vers la partie de l'horizon comprise entre le S. et le NW.; le SW. a été particulièrement fréquent (32 % du total des observations). Les vents de composante E. ont été fort rares.

A part les 2 et 9, l'atmosphère a été calme en général. Le 2, de 7 à 22 h., la vitesse moyenne de l'air s'est élevée à $11^{m}7$ à la seconde, et, le même jour, de 18 à 19 h., elle a atteint $14^{m}2$. Pour la journée entière du 9, la vitesse a été de $7^{m}2$.

Un remarquable minimum d'humidité relative a été noté le 16 : ce minimum a été de 20, valeur que l'on peut considérer comme tout à fait exceptionnelle, car elle n'a été dépassée jusqu'ici que dans des cas extrêmement rares.

La forte gelée blanche de la nuit du 19 au 20 a, dans la basse Belgique, causé quelques dégâts aux plantes délicates, et, dans les régions hautes, et surtout dans les fonds, elle a atteint les jeunes pousses de plusieurs essences d'arbres, et notamment des hêtres et des chênes.

On a remarqué cette année, surtout dans la moyenne et la haute Belgique, que les chenilles sont écloses en quantités innombrables, et qu'elles n'ont attaqué que les essences chêne, dont elles ont entièrement ravagé le feuillage. Les arbres sont dépouillés comme en plein hiver, et leur croissance sera presque nulle.

D'autre part, on a vu peu de hannetons.

Les martinets sont arrivés le 2 et les loriots quelques jours après.

Sauf du 1er au 11, il n'y a pas eu de régime atmosphérique durable bien caractérisé. Des basses pressions ont régné au NW. de l'Europe ou sur la partie méridionale de la mer du

Nord dans la première décade du mois, qui n'a donné comme moyenne barométrique que $749^{mm}3$ (à Uccle). Dans la seconde décade la pression s'est relevée ($755^{mm}9$), mais elle est redescendue dans la troisième ($752^{mm}9$). La moyenne normale pour l'ensemble du mois est de $752^{mm}5$.

Le maximum thermométrique du 26 *mai* 1904.

La date du 26 mai est, comme celle du 15 avril (voir le n° 4 de la *Revue*, p. 90), caractéristique dans la marche annuelle de la température. Elle a donné deux fois la plus grande chaleur de l'année : en 1841 (28°8) et en 1880 (30°7), et, à part les dates du 30 et du 31, c'est à celle du 26 qu'on a observé le plus souvent le maximum du mois. Depuis 1833, *neuf* fois ce maximum a eu lieu le 26, aucune fois le 27, *six* fois le 28, *cinq* fois le 29 et *dix* fois le 30. Avant le 26, les dates favorisées sont : le 18 (cinq fois), le 23 (quatre fois) et le 25 (quatre fois).

Le maximum de cette année, 30°0, n'avait jamais été aussi élevé à la date du 26.

Le 26 mai est le moment de l'année où la température moyenne atteint 15°0 pour la première fois, de même que le 15 avril est l'époque où la moyenne va arriver très près de 10° (9°7).

A. LANCASTER.

Le vent dans l'antiquité.

Le vent est l'un des premiers éléments météorologiques qui aient été observés, et, plusieurs siècles avant J.-C., son origine, sa direction et ses effets climatologiques étaient déjà l'objet d'études et d'attentives observations.

I. — *Théories anciennes sur l'origine et la nature du vent.*

Basées sur l'observation, le raisonnement et souvent sur des hypothèses fausses, ces théories étaient, comme on le pense, nombreuses et variées, et différaient naturellement d'un auteur à l'autre.

« Quelques philosophes, dit Aristote (1), prétendent que ce qu'on nomme l'air, quand il est en mouvement et qu'il s'écoule, est le vent, et que, quand ce même air se condense, il forme le nuage et l'eau, de sorte que l'eau et le vent seraient de même nature et que le vent n'est que le mouvement de l'air. C'est là aussi ce qui fait dire à ceux qui veulent parler doctement, que tous les vents ne sont qu'un seul et même vent, parce que l'air bien qu'en mouvement n'est tout entier qu'un seul et même air, et que s'il paraît avoir quelque différence, ce n'est qu'à cause de la différence des lieux d'où il s'écoule en tous sens (2). Cette théorie vaut bien celle qui soutiendrait que toutes les rivières ne sont qu'une seule rivière. . . . . »

A cette hypothèse, qu'il réfute, Aristote oppose celle-ci (3): « L'air se compose de deux exhalaisons, l'une est humide, l'autre sèche. La première est appelée vapeur, la seconde n'a pas de nom, mais peut être considérée comme une sorte de fumée. L'humide n'existe pas sans la sèche et récipro-

(1) Aristote (384-322), *Météorologie*, liv. I, chap. XIII.
(2) C'était la théorie d'Hippocrate et de Régime.
(3) Aristote, *Météorologie*, liv. II, chap. IV.

quement. Le Soleil en se rapprochant de la Terre attire l'humidité par sa chaleur, mais lorsqu'il s'éloigne, la vapeur qui a été enlevée se condense en eau par le refroidissement, d'où l'eau de pluie, qui, en tombant, se répartit et s'infiltre entièrement dans la Terre, où il y a beaucoup de feu et une grande chaleur. Le Soleil attire non seulement l'humidité qui est à la surface, mais encore dessèche la Terre elle-même, d'où l'exhalaison sèche, ou fumée. De ces deux exhalaisons, l'humide est l'origine de l'eau de pluie et la sèche le principe de tous les vents. Puisque chaque espèce d'exhalaison est distincte, il faut qu'elles diffèrent et la nature du vent et celle de l'eau de pluie ne sont pas identiques comme quelques-uns le disent, en soutenant que c'est le même air qui, en mouvement, est le vent, et qui, en se condensant de nouveau, fait la pluie. L'air se forme de ces deux éléments et est à la fois humide et chaud, tenant de ces deux exhalaisons. Mais il est absurde de supposer que cet air ainsi répandu autour de nous est du vent quand il est agité, et qu'il y a du vent selon le côté d'où il se trouve mis en mouvement, au lieu de croire qu'il en est ici comme pour les fleuves. Ainsi, de même que nous n'admettons pas qu'il y a fleuve lorsqu'il y a de l'eau qui coule, même en grande quantité, mais qu'il faut, en outre, que cette eau vienne d'une source, de même aussi pour les vents, nous ne pouvons admettre qu'une grande quantité d'air, qui n'a ni principe ni source, puisse recevoir un mouvement par une puissante impulsion. »

Sénèque, le philosophe, rapporte dans un de ses écrits (1) plusieurs théories dues à ses prédécesseurs, mais il les réfute et en présente deux autres, dont la seconde surtout est basée sur une hypothèse singulière :

« Le vent, dit-il, est un courant d'air. Selon quelques-uns, c'est l'air qui prend cours sur un point. Cette définition

(1) SÉNÈQUE (3-65), *Natur. quæst.*, liv. V, chap. I à VI.

semble plus exacte, parce que l'air n'est jamais tellement immobile qu'il n'éprouve quelque agitation. Ainsi, l'on dit que la mer est tranquille quand elle n'est que légèrement émue; dites-vous bien qu'il s'agit de flots, non pas tout à fait immobiles, mais légèrement soulevés... Venons maintenant au fait même : c'est assez discuter sur les termes.

« Démocrite (1) dit que le vent se forme lorsque, dans un vide étroit, se trouvent réunis un grand nombre de corpuscules, qu'il appelle atomes; l'air, au contraire, est calme et paisible lorsque, dans un vide considérable, ces corpuscules sont peu nombreux. Dans une place, dans une rue, tant qu'il y a peu de monde, on circule sans embarras; mais si la foule se presse en un passage étroit, les gens qui se renversent les uns sur les autres se prennent de querelle; ainsi dans l'atmosphère qui nous environne, qu'un espace exigu soit rempli d'un grand nombre d'atomes, il faudra qu'ils tombent les uns sur les autres, qu'ils se poussent et se repoussent, qu'ils s'entrelacent et se compriment. De là se produit le vent, lorsque ces corps qui luttent entre eux commencent à céder et à fuir après une longue fluctuation. Dans un espace considérable, où nageront quelques atomes, il n'y aura ni choc, ni impulsion.

« Cette théorie est fausse, et ce qui le prouve, c'est que parfois il n'y a pas le moindre vent quand l'air est tout chargé de nuages. Alors pourtant il y a plus de corps pressés et à l'étroit, ce qui produit l'épaisseur et la pesanteur des nuages. Ajoutez qu'au-dessus des fleuves et des lacs s'élèvent fréquemment des brouillards dus à l'agglomération de corpuscules condensés, sans que pour cela il y ait du vent. Quelquefois même le brouillard est assez épais pour dérober la vue des objets voisins, ce qui n'aurait pas lieu sans l'entassement d'une multitude d'atomes dans un lieu étroit. Jamais, pourtant, il n'y a moins de vent que par

(1) Démocrite, philosophe grec du ve siècle avant J.-C.

un temps nébuleux, et même, ce qui combat encore la doctrine opposée, le Soleil, le matin, dissout en se montrant les vapeurs humides qui épaississent l'air. Alors le vent se lève, après que la masse de ces corpuscules, enfin dégagée, se résout et se dissémine.

« Comment donc se forment les vents? De plus d'une manière. Tantôt c'est la Terre elle-même qui exhale et chasse à grands flots l'air de son sein; tantôt, lorsqu'une grande et continuelle évaporation a poussé de bas en haut ces exhalaisons, c'est de leur modification et de leur mélange avec l'air que naît le vent. Car je ne puis me résoudre ni à admettre ni à taire cette idée que, tout comme dans le corps humain, la digestion donne lieu à des vents qui offensent vivement l'odorat et dont nos entrailles se débarrassent; de même, cet immense corps de la nature enfante des vents lorsqu'il digère. Estimons-nous heureux que ses digestions soient toujours bonnes, autrement nous aurions à craindre de plus graves inconvénients. Ne serait-il pas plus vrai de dire que, de toutes les parties du globe, il s'élève incessamment des masses de corpuscules qui, d'abord agglomérés, puis raréfiés peu à peu par l'action du Soleil, exigent, comme tout corps comprimé qui se dilate, un espace plus considérable, et donne naissance au vent?

« Eh quoi! n'y aurait-il, selon vous, d'autre cause des vents que les évaporations de la Terre et des eaux qui, après avoir pesé sur l'atmosphère, se séparent impétueusement et, de compactes qu'elles étaient, venant à se raréfier, s'étendent nécessairement plus au large? Mais une autre cause beaucoup plus vraie et la plus puissante, c'est que l'air a naturellement la propriété de se mouvoir, qu'il n'emprunte point d'ailleurs, mais qui est en lui tout comme mainte autre faculté. Pouvez-vous croire que l'homme ait reçu la puissance de se mouvoir, et que l'air seul demeure inerte et incapable de mouvement? L'eau n'a-t-elle pas le sien, même en l'absence de tout vent? Autrement elle ne

produirait aucun être animé (?). Ne voyons-nous pas la mousse naître dans son sein et des végétaux flotter à sa surface ?

« Il y a donc un principe vital dans l'eau : que dis-je dans l'eau ? Le feu, par qui tout se consume, est lui-même créateur, et, chose invraisemblable, qui pourtant est vraie, certains animaux lui doivent naissance. Il faut donc que l'air possède une vertu analogue, et c'est pourquoi tantôt il se condense, tantôt se dilate et se purifie ; d'autres fois, il rapproche ses parties, puis les sépare et les dissémine. Il y a donc entre l'air et le vent la même différence qu'entre un lac et un fleuve. Quelquefois le Soleil lui seul produit le vent, en raréfiant l'air épaissi, qui perd, pour s'étendre, sa densité et sa cohésion. »

Pline (1) enfin nous rapporte des théories plus bizarres encore et qu'il admet faute de mieux, tout en reconnaissant que de son temps ce problème est loin d'être résolu. Voici ce qu'il écrit à ce sujet :

« Je ne nierai pas non plus que les vents, ou plutôt les souffles, ne puissent provenir d'une exhalaison aride et sèche de la Terre ; qu'ils ne puissent sortir des eaux donnant issue à un air qui ne se condense pas en nuages ou en brouillards ; qu'ils ne puissent enfin être déterminés par l'impulsion du Soleil, puisque le vent, on le sait, n'est qu'un courant d'air. A ces causes on peut en joindre bien d'autres, car nous voyons certains vents s'élever des fleuves, des golfes et de la mer même tranquille. Les montagnes avec leurs lignes brisées, avec leurs sommets nombreux, avec leurs croupes coudées et arrondies, avec leurs vallées profondes, fendant par leurs inégalités l'air qui les frappe (disposition qui, en beaucoup d'endroits, produit des échos sans fin), sont une cause des vents.

« Il y a même des cavernes qui en produisent : telle est,

(1) PLINE le naturaliste (23-81), *Hist. natur.*, liv. II, chap. XLIV et XLV.

sur la côte de Dalmatie, une caverne qui offre un abîme à large embouchure : il suffit d'y jeter l'objet le plus léger, même en jour calme, pour qu'il en jaillisse une tempête semblable à un tourbillon; le lieu se nomme Senta. Bien plus, dans la Cyrénaïque (1) se trouve, dit-on, une roche consacrée au vent du midi : y porter la main est un sacrilège, et aussitôt le vent du midi soulève les sables. Dans beaucoup de maisons même, des endroits humides et complètement à l'abri font sentir un souffle, tant il y a de causes de vents.

« Mais il importe beaucoup de distinguer le souffle et le vent. Ces vents réglés et durables qui se font sentir, non à une localité, mais à de vastes contrées; qui ne sont ni une brise ni une tempête, mais qui se montrent mâles jusque dans leur nom, soit qu'ils naissent du mouvement continuel du monde et du mouvement contraire des astres (2), soit qu'ils émanent de ce souffle fécond qui anime la nature entière et s'agite çà et là comme dans une espèce de matrice, soit qu'on y voie les effets de l'air fouetté par les coups inégaux des planètes et par les jets divers des rayons, soit qu'ils sortent des planètes voisines ou qu'ils tombent des étoiles fixes : ces vents, dis-je, sont manifestement assujettis à une loi naturelle qui, sans être ignorée, n'est cependant pas non plus complètement connue ».

Nous ajouterons enfin qu'Anaximandre, d'après ce que rapporte Plutarque, pensait que le mouvement de l'air provient de la chaleur solaire. Anaxagore, en s'exprimant plus clairement et dans des termes plus précis encore, attribuait le vent à la raréfaction de l'air produite par le Soleil.

Les anciens avaient observé, comme on sait, la loi même de la rotation des vents dans le sens du mouvement diurne

(1) Contrée de l'ancienne Afrique.
(2) Pline, dans un paragraphe précédent, présente tous les phénomènes de l'air (vents, pluies, orages, grêles, etc.) comme le résultat d'une lutte continuelle entre le mouvement ascendant de la Terre et le mouvement opposé des astres.

du Soleil [1], loi qui est déjà expliquée complètement par la théorie des tourbillons atmosphériques [2].

Voilà les principales théories successivement émises par les anciens pour expliquer l'origine du vent. Voyons maintenant comment ils désignaient les diverses directions qu'ils avaient constatées.

II. — *Dénominations des vents.*

D'une manière générale, les anciens divisaient les vents en vents du N. et vents du S., car ils considéraient tous les autres comme appartenant, suivant leurs qualités, à l'une ou à l'autre de ces directions principales. Les vents occidentaux, c'est-à-dire ceux qui soufflent entre le coucher d'été et celui d'hiver, étaient compris parmi les vents du N., tandis que les vents orientaux, placés entre le lever d'été et celui d'hiver, faisaient partie de ceux du S. [3]. Cependant, en dehors de cette première grande division, les anciens avaient désigné par une dénomination spéciale chaque direction de vent qu'ils connaissaient : suivant ses qualités climatologiques, l'époque de l'année à laquelle il soufflait ou le nom de la contrée d'où il semblait venir. Toutefois, il règne une grande confusion entre les anciens auteurs, confusion qui doit être attribuée probablement aux différentes évolutions que la théorie des vents a subie.

Homère [4] ne connaissait que les quatre vents cardinaux, qu'il désigne sous les noms de *Boréas*, le N.; *Euros*, l'E.; *Notos*, le S.; et *Zéphyros*, l'W. A cette division par trop simple, l'âge suivant ajouta quatre autres directions intermédiaires, qui sont : *Cœcias*, le NE.; *Euros*, le SE (l'*Euros* d'Homère devenait *Apeliotes*); *Lips*, le SW.; et *Argestes*, le

---

(1) Voir Aristote, *Problèmes*.
(2) D. Eginitis, *Annales de l'Observatoire national d'Athènes*, tome I; Athènes, 1898.
(3) Aristote, *Météorologie*, liv. II, chap. VI.
(4) *Odyssée*, V.

NW., appelé également *Olympias*, *Sciron* ou *Iapyx*. Ce sont là les dénominations qui se trouvent sur la Tour des Vents, existant encore actuellement à Athènes, ainsi que dans la plupart des auteurs anciens, comme Aristote (1) et Agathémere (2).

Pline (3), Galien (4) et Aulu-Gelle (5) ne diffèrent d'Aristote, pour cette rose de huit vents, que par les deux noms *Aparctias* et *Boréas*, que celui-ci donne au vent du N., auquel ils conservent le premier, mais donnent le second au vent de NE., qu'Aristote appelle *Cœcias*.

Cependant cette rose de huit rumbs fut encore trouvée insuffisante. Aristote, dans sa *Météorologie* (6), lui ajoute trois autres directions, qui sont : le *Mésès*, NNE., qu'il place entre l'*Aparctias* et le *Cœcias*; le *Phœnicias*, SSE., entre l'*Euros* et le *Notos;* et le *Trascias*, NNW., entre l'*Argestes* et l'*Aparctias*. Agathémere (7), Timosthène (8), Pline (9) complètent cette nouvelle rose par un douzième vent, le *Libonotos*, SSW., qu'ils placent entre le *Notos* et le *Lips*. Mais ici commence la confusion, car d'un écrivain à l'autre, ces dénominations s'appliquent tantôt à une direction, tantôt à la direction voisine, et même parfois les ouvrages d'un même auteur ne concordent pas entre eux. Ainsi, Aristote, après avoir dit dans la *Météorologie* (10) qu'aucun vent ne soufflait du SSW., donne dans un autre de ses écrits (11) cette direction sous le nom de *Leuconotus;* par contre le *Mésès*, NNE., n'y est pas indiqué et le *Phœnicias*, SSE., s'appelle l'*Orthonotos*. Dans la rose de douze rumbs,

(1) *Météorologie*, liv. II, chap. VI.
(2) *Geograph. Hypotyp.*, liv. I, chap. II; liv. II, chap. XII.
(3) *Naturalis historiæ*, liv. II, chap. XLVII.
(4) *Comment. in libri Hippocrate de humoribus.*
(5) *Nocl. Attic.*, liv. II, chap. XXII.
(6) Liv. II, chap. VI.
(7) *Geograph. Hypotyp.*, liv. II, chap. XII.
(8) D'après *Agathémere.*
(9) *Naturalis historiæ*, liv. II, chap. XII.
(10) Liv. II, chap. VI.
(11) *Ventorum situs et appellationes.*

donnée dans le *De Mundo* (écrit qui fut attribué à Aristote, mais dont l'auteur semble être Apulée), le *Mésès*, NNE., devient *Boréas;* le *Phœnicias*, SSE., est *Euronotos*, et le *Libonotos*, SSW., s'appelle aussi *Libophœnix*.

Pour montrer la grande variété des dénominations employées par les auteurs grecs pour désigner un même vent, nous donnons ici la liste des noms qui pouvaient être appliqués à chaque direction :

N.	*Aparctias*, *Boréas*.
NNE.	*Boréas*, *Borras*, *Meses*, *Caunias*, *Pagreus* et *Gaureus*.
ENE.	*Cæcias*, *Thébanas*, *Icaunias* et *Hellespontias*.
E.	*Apeliotes*, *Potameus*, *Thebanas*, *Hellespontias*, *Syriandos*, *Murseus* et *Berecuntias*.
ESE.	*Euros*, *Scopelus*, *Carzos* et parfois *Apeliotes*, *Phœnix* ou *Phœnicias*.
SSE.	*Euronotos*, *Orthonotos*, *Anmeus*, *Phœnix* ou *Phœnicias* et parfois *Euros*.
S.	*Notos*.
SSW.	*Libonotos*, *Leuconotos* et *Libophœnix*.
WSW.	*Lips* ou *Libs*.
W.	*Zephyros*.
WNW.	*Argestes*, *Olympias*, *Sciron*, *Iapyx* et *Pharraggistes*.
NNW.	*Thrascias*, *Olympias*, *Sciron*, *Circas* et *Strymonias*.

En dehors de cette liste, déjà longue, il faut encore mentionner les noms latins employés par les auteurs romains (1) pour désigner les huit vents principaux, et qui sont : *Septentrio*, le N.; *Aquilo*, le NE.; *Solanus* ou *Subsolanus*, l'E.; *Vulturnus*, le SE.; *Auster*, le S.; *Africus*, le SW.; *Favonius*, l'W.; et *Caurus* ou *Corus*, le NW.; pour la rose de douze vents, ils intercalaient sous leur dénomination grecque : le *Cæcias*, le *Phœnicias*, le *Libonotus* et le *Trascias*.

Outre les deux roses ci-dessus, les Romains se servaient encore d'une troisième, dérivée de celle de huit rumbs et

(1) PLINE, *Naturalis historiæ*, liv. II, chap. XLVII; SÉNÈQUE, *Natur. quæst.*, liv. V, chap. XVI, et VITRUVE, *De architectura*.

qui comprenait vingt-quatre directions. Voici comment Vitruve (1) la décrit : « *Auster* (S.) a à droite et à gauche les vents *Leuconotus* et *Altanus* (2); aux côtés d'*Africus* (SW.) sont *Libonotus* et *Subvesperus* (3); aux côtés de *Favonius* (W), *Argestes* et les *Etésiens* (4), qui soufflent en certains temps de l'année; autour de *Caurus* (NW.) sont *Circius* et *Corus* (5); aux côtés de *Septentrio* (N) sont *Thrascias* et *Gallicus* (6); à droite et à gauche d'*Aquilo* (NE.) sont *Supernas* et *Boréas* (7); auprès de *Solanus* (E.) sont *Carbas* et en certain temps les *Ornithies* (8); et aux côtés d'*Eurus* (SE.) sont *Eurocircias* et *Vulturnus* (9). » Mais cette division multiple ne semble avoir été que peu employée; les anciens faisaient généralement usage des roses de huit et de douze vents (10).

Lorsque, au moyen âge, la science reprit un nouvel essor dans les pays occidentaux, ce fut la division en douze rumbs qui fut généralement adoptée par les cosmographes du VIIe et du VIIIe siècle, tantôt avec les noms grecs, tantôt avec les dénominations latines.

Eginhard (11), secrétaire de Charlemagne, dans la biographie qu'il fit de cet empereur, nous apprend que c'est de cette époque que date le grand progrès consistant à pouvoir, par la combinaison des noms des quatre vents cardinaux (N., S., E., W.), désigner toutes les autres directions. Ces combinaisons, appliquées à la rose de douze vents, employée encore à cette époque, étaient : *Ostroni*, E ; *Ost-*

---

(1) VITRUVE, ouvrage cité.
(2) S. 1/3 de SE. et S. 1/3 de SW.
(3) SW. 1/3 de S. et SW. 1/3 d'W.
(4) W. 1/3 de SW. et W. 1/3 de NW.
(5) NW. 1/3 d'W. et NW. 1/3 de N.
(6) N. 1/3 de NW. et N. 1/3 de NE.
(7) NE. 1/3 de N. et NE. 1/3 d'E.
(8) E. 1/3 de NE. et E. 1/3 de SE.
(9) SE. 1/3 d'E. et SE. 1/3 de S.
(10) Voyez aussi, sur les dénominations des vents chez les anciens, D. EGINITIS, *Annales de l'Observatoire national d'Athènes*, tome I; Athènes, 1898.
(11) HELLMANN, *Der Anfang der Meteor. Beobacht. und Instrum.* (HIMMEL UND ERDE, 1890).

sundroni, ESE.; *Sundrostoni*, SE.; *Sundroni*, S.; *Sundwestroni*, SSW.; *Westsundroni*, SW.; *Westroni*, W.; *Westnordroni*, WNW.; *Nortwestroni*, NW.; *Nordostroni*, NNE.; et *Ostnordroni*, NE. Ces noms formaient, pour ainsi dire, la transition entre les dénominations anciennes et celles employées actuellement.

III. — *Propriétés climatologiques des vents.*

Voyons maintenant les propriétés climatologiques de ces différents vents, telles que les anciens et principalement Aristote les avaient observées en Grèce. L'*Aparetias* (N.) était le vent le plus fréquent : froid et sec, il chassait rapidement les nuages. Parfois, cependant, il amenait de la grêle et produisait des éclairs. Violent au début, il diminuait au fur et à mesure qu'il approchait de sa fin (1).

Le *Meses* (NNE.) avait toutes les qualités de l'Aparetias ; également serein, il pouvait aussi provoquer des chutes de grêle et même de neige.

Le *Cœcias* (NE.), appelé aussi *Hellespontias* parce qu'il venait de l'Hellespont (2), qui se trouve au nord-est de la Grèce, était froid, humide et fort nuageux ; on l'observait principalement à l'équinoxe du printemps (3).

L'*Apéliotes* (E.) était moins froid que le Cœcias, mais également humide et nuageux. Ce vent soufflait toujours au commencement de la journée (4).

L'*Euros* (SE.), que l'on confondait parfois avec l'Apéliotes, était chaud et sec au début, devenait humide par la suite et finissait par amener de la pluie. Il se faisait sentir vers le solstice d'hiver (5).

Pour l'*Euronotos* (SSE.), Aristote ne donne aucune indi-

---

(1) Aristote, *Météorologie*, liv. II, chap. VI, et *Probl.*, XXVI, 41 et 47.
(2) Actuellement appelé « détroit des Dardanelles ».
(3) Aristote, *Météorologie*, liv. II, chap. VI.
(4) Aristote, *Météorologie*, liv. II, chap. VI, et *Probl.*, XXVI, 33, 34, 37.
(5) Aristote, *Météorologie*, liv. II, chap. VI, et *Probl.*, XXVI, 28, 55, 58.

cation au sujet de ses qualités. Il devait probablement tenir beaucoup de ses collatéraux l'*Euros* et le *Notos*.

Le *Notos* (S.) était, par sa direction, tout comme par ses qualités, diamétralement opposé à l'Aparetias; chaud et humide, faible au début, il renforçait graduellement et amenait finalement de la pluie. Ce vent était favorable à la végétation; il apparaissait après le solstice d'hiver et au commencement du printemps (1).

Le *Leuconotos* (SSW.) est presque passé sous silence par Aristote, qui ne donne aucun renseignement au sujet de ses qualités; il dit simplement qu'on l'observait après le solstice d'hiver (2). Galien (3), par contre, en parle comme d'un vent froid et sec, ce qui est peu probable, car les vents méridionaux étaient généralement chauds et humides.

Le *Lips* (SW.) était nuageux et humide; il avait la particularité de pouvoir dissiper les nuages aussi rapidement qu'il les avait formés (4).

Le *Zéphyros* (W.) était le plus agréable de tous les vents; doux et léger, il est devenu le vent du poète. Son souffle se faisait sentir dans les soirées du printemps, du solstice d'été et de l'automne (5).

L'*Argestes* (WNW.) et le *Trascias* (NNW.) avaient, d'après Aristote, les mêmes qualités que leur voisin l'*Aparitias* (6). Théophraste ajoute que la rigueur de l'*Argestes* brûlait les arbres tout comme après une période de sécheresse prolongée. Ces vents soufflaient au solstice d'hiver.

Ce sont là les qualités que les anciens avaient constatées pour chacune des directions du vent, et si elles ne concordent pas toujours avec celles que nous observons dans nos

---

(1) Aristote, *Probl.*, XXVI, 2, 12, 21, 28, 41, 47, 58.
(2) Aristote, *Météorologie*, chap. V.
(3) Galien, *Comm. in libr. Hippocrat. de humoribus.*
(4) Aristote, *Probl.*, XXVI, 27, et Théophr., *De ventis.*
(5) Aristote, *Probl.*, XXVI, 33, 35, 37, 54, 57.
(6) Aristote, *Météorologie*, liv. II, chap. VI.

pays occidentaux, il faut surtout attribuer ces dissemblances à la position géographique de la Grèce.

IV. — *La Tour des Vents d'Athènes.*

Parmi les monuments anciens que possède encore actuellement Athènes, il s'en trouve un qui doit spécialement attirer l'attention du météorologiste : c'est la Tour des Vents, l'unique dispositif météorologique que l'antiquité ait connu.

Elle fut construite vers le premier siècle avant J.-C., au milieu de l'ancienne ville, qui s'étendait sur le flanc de la montagne, au sud et au sud-ouest de la ville moderne.

Le monument, dans son ensemble, a la forme d'un octogone régulier, dont les faces non successives sont assez bien orientées suivant les points cardinaux. Chacune de ces faces porte à sa partie supérieure, outre le nom grec du vent auquel elle est opposée, un petit bas-relief personnifiant la nature de celui-ci. Au-dessus, la bâtisse se termine par un toit polygonal, au centre duquel se trouvait anciennement une girouette. Celle-ci représentait un triton couché, tenant à la main une baguette légèrement inclinée vers les murs extérieurs, et qui montrait à la fois le nom et le bas-relief du vent qui soufflait dans le moment.

Si, au point de vue sculptural, ces bas-reliefs ne sont pas ce que l'antiquité a produit de mieux, ils méritent pourtant d'être décrits au point de vue météorologique.

Boréas, le vent du N., est représenté sous les traits d'un vieillard à longue barbe, enveloppé d'un long manteau d'hiver et qui tient à la main une conque, indiquant le hurlement que produit le vent du N.

Cœcias, le NE., est également un vieillard à longue barbe, chaudement vêtu, tenant une coupe dont le contenu n'est pas bien défini; certains croient y reconnaître des olives, d'autres des grêlons, ce qui paraît plus vraisemblable.

Aphéliotes, l'E., est un jeune homme à la chevelure

ondoyante, qui porte dans son manteau des fruits, des épis et un gâteau de miel.

Euros, le SE., un homme vigoureux et barbu enveloppé dans un long manteau de pluie.

Notos, le S., représente un jeune homme qui vide une cruche, car ce vent apportait beaucoup d'humidité.

Lips, le SW., un homme tenant entre les mains une poupe de vaisseau, pour montrer que c'est le vent qui souffle directement dans le port d'Athènes.

Zéphyros, l'W., est un tout jeune homme ayant les cheveux bouclés, la figure avenante, et qui porte dans son léger manteau de belles fleurs des champs.

Sciron, le NW., est de nouveau un vieillard, chaudement vêtu, tenant un gros vase renversé, sur la signification duquel on n'est pas bien fixé. Peut-être est-ce une sorte de pot à feu indiquant que du NW. viennent beaucoup d'orages et d'éclairs.

Comme on le voit, ces allégories correspondent bien aux qualités décrites par les anciens auteurs et dont nous avons parlé au chapitre précédent.

Outre la girouette, la Tour des Vents possédait encore sur chacune de ses faces un cadran solaire, dont les traces sont encore visibles actuellement, et dans l'intérieur, où l'on avait accès par trois entrées dans les faces N., NE. et NW., une clepsydre (pendule à eau) qu'actionnait l'eau d'une petite rivière captée dans la montagne.

Telle était la Tour des Vents d'Athènes, qui paraît toutefois avoir été construite plus dans le but de décorer l'endroit où elle s'élève, que dans celui de fournir des indications précises sur la direction du vent; elle n'en est pas moins intéressante pour cela, car, au point de vue historique, elle marque le début des premières observations instrumentales.

FERN. HOOREMAN,
attaché au Service météorologique de Belgique.

Simultanéité des changements solaires et terrestres. *(Fin.)*

Jusqu'en 1881, l'idée générale était que les conditions météorologiques devaient présenter une grande différence aux maxima et minima de la courbe des taches solaires, mais les séries d'observations plus nombreuses et plus soignées dont on put disposer cette année montrèrent à M. Meldrum « des oscillations extrêmes de variations du temps, en différentes stations, aux points de transition des courbes d'activité solaire ».

C'était un changement de front important. On devait considérer, non pas seulement les maxima, mais les maxima et les minima (1).

Sur les changements de pression, Blanford écrivait (2) :

« Parmi les variations les mieux établies de météorologie terrestre qui suivent le cycle des taches solaires, sont celles des cyclones et de la pluie générale sur le globe, qui impliquent toutes deux une variation correspondante dans l'évaporation et la condensation des vapeurs. Quant à la variation de pression que nous avons à considérer, elle a évidemment son siège dans les couches les plus élevées de l'atmosphère (probablement à celle de la formation des nuages). Cela résulte non seulement, dans l'état actuel, de l'excès relatif de la pression sur les stations élevées comparées aux plaines, mais aussi du fait établi par Gautier et Köppen que la variation de température dans les couches inférieures est opposée à la variation de pression. Il est raisonnable d'en inférer que le principal agent producteur de la réduction observée de pression à l'époque du maximum des taches, est la formation plus abondante et l'ascension de la vapeur qui peut opérer de trois manières diffé-

---

(1) *Relations du temps et de la mortalité et effets des forêts sur les climats.*
(2) *Nature*, vol. XXI, p. 482.

rentes : d'abord, en déplaçant l'air dont la densité est plus grande de $^3/_8$; en second lieu, par la chaleur latente que dégage la condensation; enfin, en provoquant des courants ascendants et réduisant ainsi dynamiquement la pression de l'atmosphère dans son ensemble. Le premier et le second mode d'action ne réduisent pas directement la pression, mais seulement la densité de la couche d'air en augmentant son volume. Pour que l'effet observé puisse en résulter, il faut donc qu'une partie de l'atmosphère supérieure soit enlevée, et elle doit nécessairement s'écouler vers les régions où la production de vapeur est minima, c'est-à-dire vers les zones polaires et les régions froides des zones tempérées, particulièrement où la surface froide et sèche du sol sous un ciel d'hiver exagère le rayonnement. Telles sont les grandes plaines du nord de la Russie européenne et la Sibérie occidentale au nord de l'Altaï. »

En 1886, nous récoltâmes les premiers fruits des observations de l'élargissement des lignes spectrales des taches, obtenus sur un plan défini depuis 1879. Les changements les plus marqués se produisent aux époques des maxima et minima des taches, ou dans leur voisinage, et révèlent de grandes modifications chimiques des taches. Aux minima, les lignes élargies sont celles du fer et d'autres métaux; aux maxima, les lignes élargies ont été classées comme *inconnues*, n'ayant pas encore été notées dans le spectre des éléments terrestres. Il était donc raisonnable d'admettre non seulement que le Soleil devient plus chaud aux maxima, mais encore assez chaud pour dissocier la vapeur de fer (1).

En 1891, MM. Hale et Deslandres (2) rendaient pratique, pour les travaux d'observatoire, la méthode suggérée par M. Janssen en 1869; les protubérances sur le disque solaire

(1) *Proc. Roy. Soc.*, 1883, p. 353.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 17 août 1891.

et sur le pourtour furent photographiées en plein jour en utilisant seulement la lumière rayonnée par la vapeur de calcium qu'elles contiennent toujours.

Nous avions accumulé à South-Kensington, en 1900, les observations de raies élargies pour une période de vingt années. Il y avait une rupture curieuse de régularité dans les résultats obtenus après 1894 et les météorologistes de l'Inde signalaient des irrégularités contemporaines dans la pluie.

Je résolus alors de faire une enquête sur les deux classes de phénomènes. Grâce à l'établissement d'un département météorologique pour l'Inde en 1875, nous avions à comparer aux nouvelles données solaires des statistiques de pluie s'étendant sur un quart de siècle, et sous les tropiques, où le problème pouvait être considéré comme plus simple.

J'ai déjà indiqué que, dans une première discussion, l'élargissement des raies jusqu'en 1885 montrait une différence très remarquable entre les époques de maxima ou de minima des taches. Pendant une nouvelle période décennale, jusque vers 1895, la courbe des lignes du fer s'éleva pendant que celle des lignes *inconnues* s'abaissait ; il y avait donc un croisement des courbes qui pouvait, dans l'hypothèse précédente, signifier que la température du Soleil avait alors une valeur moyenne. Ces croisements paraissaient se placer environ à mi-chemin des maxima et des minima considérés comme les époques où le Soleil était plus chaud et plus froid que la moyenne.

Nous étions ainsi en présence de trois stages bien marqués de la température solaire ; il n'était plus seulement question de l'existence ou non des taches, mais de poussées de chaleur.

Il fallait alors étudier ces poussées en relation avec la pluie dans l'Inde ; on reconnut que, dans une grande partie de l'Inde, les poussées positives ou négatives du Soleil, qui ont lieu aussitôt après les époques de température moyenne,

quand le Soleil devient plus chaud ou plus froid, étaient accompagnées de poussées de pluie sur l'océan Indien et les terres voisines. On trouva ensuite, par l'étude des rapports du Comité des famines de l'Inde, que les famines ayant dévasté l'Inde pendant la dernière moitié du siècle étaient survenues dans les intervalles entre ces poussées.

En 1902, pour apporter plus de lumière sur cette question, je résolus de réduire les observations de protubérances recueillies par M. Tacchini à l'Observatoire du Collège romain depuis 1874 et de les comparer aux conditions météorologiques de l'Inde. J'y étais conduit par ce motif que les admirables photographies de protubérances sur le disque solaire, publiées par MM. Hale et Deslandres, montraient l'aire étendue de leur distribution. Contre la connexion possible des changements solaires et terrestres, on avait, en effet, opposé la faible étendue couverte par les taches. En 1877, Elliot écrivait (1) :

« Autant qu'on en peut juger par la grandeur des taches, la variation cyclique de l'étendue de la surface du Soleil libre de taches est très petite comparée à la surface elle-même; par suite, d'après le principe mathématique, leur effet sur les éléments météorologiques du monde entier doit être très faible. »

Aujourd'hui, les photographies citées montrent de larges bandes de protubérances qui s'étendent presque sur la totalité du disque ; on y trouve deux ceintures de protubérances nord et sud, de 10° de largeur, dont les centres sont vers la latitude de 16°, de sorte que le sixième de l'hémisphère serait en état de trouble. L'effet des protubérances, quand il sera complètement étudié, pourrait être plus important que celui des taches.

L'étude des pluies de l'Inde a montré, non seulement qu'il y a un rapport entre la pression et la pluie, mais que

(1) *Report on the Meteorology of India*, 1877, p. 2.

la pression est un élément plus constant sur les différentes régions. Les protubérances obtenues par la discussion des résultats de M. Tacchini furent comparées d'abord avec les courbes de pression dans l'Inde.

Le résultat fut surprenant. Outre les maxima bien marqués des protubérances aux époques du maximum des aires de taches, il en existait d'autres correspondant d'une manière approximative aux *croisements* des lignes élargies, et tous avaient un écho dans le baromètre de l'Inde!

Le cycle de 11 ans pour les taches était remplacé par un cycle d'environ 3.7 années pour les protubérances, et cet intervalle sépare régulièrement les pressions de l'Inde.

Pour vérifier si un résultat aussi frappant se limitait à la région de l'Inde, on a étudié l'importante série des pressions obtenue à Cordoba, dans l'Amérique du Sud. Ici le même effet est également bien marqué, mais avec cette différence que les courbes sont interverties, c'est-à-dire que les années de haute pression dans l'Inde correspondent aux basses pressions de Cordoba.

Afin d'étendre ces résultats et de voir quelles sont les conditions prédominantes, on a examiné les variations de pression aux stations les plus éloignées possible. Cette recherche a montré que le globe peut être divisé grossièrement en deux parties. L'aire de l'Inde s'étend à l'Australie, l'Inde orientale, la Russie d'Asie, Maurice, l'Égypte, l'est de l'Afrique et l'Europe, tandis que la région de Cordoba comprend non seulement le sud et le centre de l'Amérique, mais aussi les États-Unis et le Canada, s'étendant à l'ouest au delà de Honolulu.

Cette découverte d'une vague barométrique, confirmée depuis par M. Bigelow, était un progrès important; il permettra aux chercheurs de réunir les régions qui ont des changements similaires de pression.

Outre ces deux périodes de 11 et 3,7 années, mentionnées

plus haut, Brückner (1) a signalé une longue période de variation du temps. La discussion de toutes les données qu'il a pu recueillir sur la pression, la pluie, la température, etc., l'a conduit à conclure qu'il existe sur tout le globe une variation périodique des climats dont la durée moyenne est de 35 ans.

Depuis lors, la discussion récente des taches solaires par le Dr W.-J.-S. Lockyer (2) a mis en évidence une longue période semblable en montrant que chaque cycle de onze années diffère de ceux qui le précèdent et le suivent immédiatement.

Une enquête ultérieure sur la distribution des protubérances observées par Respighi, Secchi, Tacchini, Riccò et Mascari (3), a augmenté nos connaissances sur la circulation de l'atmosphère solaire.

Les centres d'action des protubérances, ou les centres des ceintures de protubérances, tendent à se mouvoir des basses vers les hautes latitudes, à l'inverse des taches; en général, deux bandes existent pendant quelque temps sur chaque hémisphère, puis elles se réunissent pour monter vers les pôles solaires, en même temps qu'une nouvelle bande se forme aux basses latitudes (4).

L'existence de protubérances dans les régions polaires coïncide avec les grandes perturbations magnétiques sur la Terre, juste avant ou pendant le maximum des taches solaires (5). En outre, les protubérances polaires provoquent les larges banderoles coronales auprès des pôles, comme on les voit pendant les éclipses vers les époques de maximum des taches. En fait, les recherches récentes semblent indiquer que cette circulation des protubérances

---

(1) Eduard Brückner, *Klimaschwankungen*; Vienne, 1890.
(2) *Proc. Roy. Soc.*, vol. LXVIII, p. 285-300.
(3) *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani.*
(4) *Proc. Roy. Soc.*, vol. LXXI, p. 446-452.
(5) *Ibid.*, p. 244-250.

est intimement associée aux différentes formes de la couronne (1).

Il semble donc hors de doute que l'on doit faire l'étude des protubérances solaires, non seulement comme facteurs principaux des changements magnétiques et atmosphériques de notre Soleil, mais comme instigateurs des variations terrestres.

En traitant les phénomènes solaires spécialement au point de vue météorologique, il est important de considérer le Soleil par zones et non comme un ensemble.

A certaines époques, les protubérances n'existent que dans trois zones d'un hémisphère : tel est aussi le cas des taches, mais c'est seulement dans ces derniers temps qu'on a porté une attention distincte sur les phénomènes qui se produisent dans chaque hémisphère.

On a déjà indiqué qu'une relation est possible entre les changements de l'aire des taches du Soleil et les températures terrestres. Cette question a été étudiée tout récemment par M. Ch. Nordmann (2), qui conclut ainsi :

« La température terrestre moyenne subit une période sensiblement égale à celle des taches solaires; l'effet des taches est de diminuer la température terrestre moyenne, c'est-à-dire que la courbe qui représente les variations de celle-ci est parallèle à la courbe inversée de la fréquence des taches solaires. »

(Traduit de l'anglais.)

N. Lockyer,
Observatoire de Physique solaire,
South-Kensington.

---

(1) *Monthly Notices R. A. S.*, vol. LXIII, 1903.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, 4 mai 1903.

Mémorandum astronomique.

AOUT 1904.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Le Cocher, le Lynx, la Girafe, la Petite Ourse, le Dragon, Ophiuchus, l'Aigle, le Scorpion et le Sagittaire.

De l'Est à l'Ouest : Les Poissons, Pégase, le Cygne, la Tête du Dragon, le Bouvier, la Couronne, la Chevelure de Bérénice et la Vierge.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Le Triangle, Persée, Andromède, Cassiopée, Céphée, le Dragon, Hercule et la Balance.

Du Nord-Ouest au Sud-Est : Le Verseau, le Capricorne, le Dauphin, le Cygne, le Dragon, la Grande Ourse, le Petit Lion et le Lynx.

OBJETS CÉLESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er AOÛT, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Étoile rouge du Serpent.	17h56m	102°19'	Rouge vif.
Nébuleuse du Dragon .	0.58	23.22	Planétaire, bleue, 20" diam.
Amas de l'Ecu . . .	18.12	103.50	Grd amas de 100 étles au moins.
Nébuleuse de l'Écu . .	0.13	107.11	Nébuleuse en fer à cheval.
Amas du Serpent . .	0.22	83.31	Visible à l'œil nu.
Étoile rouge de la Lyre.	0.28	53. 6	Variable, cramoisi intense.
Amas du Sagittaire . .	0.29	113 59	Nébuleuse globulaire, brillante.
Étoile rouge de l'Écu .	0.41	98. 2	—
Amas d'Antinoüs .	0.45	96.25	Bel amas de 12' diam.
Nébuleuse de la Lyre .	0.49	57. 7	Annulaire, 70" × 55".
Étoile rouge de l'Aigle.	0.18	95 51	Var. (?), d'un rouge foncé.
Amas de la Lyre . . .	19.12	60. 1	Nébuleuse facilement résoluble.
Étoile rouge du Sagittaire	0.21	70.26	Rouge-orange.
— de l'Aigle .	0.25	93. 2	— var.
— du Sagittaire	0.28	106.47	Rubis.

Le Soleil.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	3^h28^m	4^h10^m	$11^h48^m41^s0$	19^h27^m	20^h10^m	57°17′
5	3.35	4.16	11.48.22,5	19.20	20. 1	56.14
10	3.44	4.24	11.47.46,3	19.12	19.51	54.50
15	3.53	4.31	11.46.56,0	19. 2	19.41	53.19
20	4. 1	4.39	11.45.52,0	18.53	19.31	51.43
25	4. 9	4.46	11.44.35,7	18.43	19.20	50. 2
31	4.19	4.55	11.42.50,8	18.30	19. 6	47.55

Le *temps sidéral*, à midi moyen d'Uccle, est, le 1er août, de $8^h38^m36^s6$. Son accroissement diurne est de 3^m55^s5.

Éphémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	+11°1	+ 6°0	271°7	12	+15°3	+ 6°6	126°3	22	+18°6	+ 7°0	354°1
2	+11.5	+ 6.0	258.5	13	+15.6	+ 6.7	113.1	23	+18 9	+ 7.0	340.9
3	+11.9	+ 6.1	245.3	14	+16.0	+ 6.7	99.8	24	+19.2	+ 7.1	327.7
4	+12.3	+ 6.2	232.1	15	+16.3	+ 6.8	86.6	25	+19.5	+ 7.1	314.5
5	+12.6	+ 6.2	218.8	16	+16 6	+ 6.8	73.4	26	+19.8	+ 7.1	301.3
6	+13.0	+ 6.3	205.6	17	+17.0	+ 6.8	60.2	27	+20.0	+ 7.1	288.0
7	+13.4	+ 6.4	192.4	18	+17.3	+ 6.9	47.0	28	+20.3	+ 7.2	274.8
8	+13.8	+ 6.4	179.1	19	+17.6	+ 6.9	33.8	29	+20.6	+ 7.2	261.6
9	+14.2	+ 6.5	165.9	20	+17.9	+ 6.9	20.5	30	+20.9	+ 7.2	248.4
10	+14.5	+ 6.5	152.7	21	+18.3	+ 7.0	7.3	31	+21.1	+ 7.2	235.2
11	+14.9	+ 6.6	139.5								

La Lune.

D. Q. ☾ le 4, à $14^h 3^m$.
N. L. ◉ le 11, à 12^h58^m.
P. Q. ☽ le 18, à 4^h27^m.
P. L. ☺ le 26, à $1^h 2^m$.

Occultations d'étoiles par la Lune.

Le 31 août, ξ' de la Baleine (4.5), immersion à 2^h57^m, émersion à 4^h19^m.

LONGITUDE DU TERMINATEUR DE LA LUNE A MINUIT, POUR CHAQUE JOUR D'AOÛT 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	+ 43°7 *s*	12	+ 89°3 *m*	22	— 32°9
2	31.5	13	77.1	23	45.2
3	19.3	14	64.8	24	57.4
4	+ 7.1	15	52 6	25	69.6
5	— 5.2	16	40.4	26	— 81.8 *m*
6	17.4	17	28.2	27	+ 86.0 *s*
7	29.6	18	15.9	28	73.7
8	41.8	19	+ 3.7	29	61.5
9	54.1	20	— 8.5	30	49.3
10	66.3	21	20.7	31	+ 37.1 *s*
11	— 78.5 *s*				

ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER.

Le 4 août, satellite I, disparition à $0^h15^m20^s$.
— 9 — — II, — à 22.40.26.
— 10 — — II, réapparition à 1. 6.38.
— 11 — — I, disparition à 2. 9.31.
— 12 — — III, — à 23.48.52.
— 13 — — III, réapparition à 1 50.52.
— 17 — — II, disparition à 1.15.22.
— — — — II, réapparition à 3.41.21.
— 18 — — I, disparition à 4. 3.45.
— 19 — — I, — à 22.32.21.
— 20 — — III, — à 3.49 57.
— 24 — — II, — à 3.50.13.
— 27 — — I, — à 0 26.40.

LES PLANÈTES.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	$10^h 9^m$	+ 12°18'	5"6	1.17	$6^h 7^m$	20^h19^m
	11	11. 1	+ 5.40	6.4	1.04	6.55	19.57
	21	11.39	— 0.11	7.4	0.90	7.21	19.27
Vénus .	1	9.13	+ 17.29	9.8	1.72	4.42	19.52
	11	10. 2	+ 13.35	9.8	1.70	5.13	19.39
	21	10.49	+ 9. 6	10.0	1.68	5.45	19.23
Mars. .	1	7.32	+ 22.41	3.6	2.53	2.28	18.44
	11	8. 0	+ 21.36	3.8	2.52	2.23	18.25
	21	8.27	+ 20.16	3.8	2.50	2.20	18. 4

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Jupiter .	1	1h52m	+ 10° 4'	38"8	4.69	21h59m	11h51m
	11	1.54	+ 10.11	40.2	4.54	21.21	11.15
	21	1.55	+ 10.12	41.4	4.40	20.42	10.36
Saturne.	1	21.25	− 16.26	17.2	8.89	19.47	5.10
	11	21.22	− 16.40	17.4	8.87	19.10	4.31
	21	21.19	− 16.55	17.2	8.91	18.26	3.42
Uranus .	1	17.44	− 23.36	3.8	18.56	16.53	0.45
	16	17.43	− 23.36	3.8	18.73	15.52	23.40
Neptune.	1	6.30	+ 22.17	»	30.74	1.29	17.39
	16	6.32	+ 22.15	»	30.60	0.32	16.42

Aspect des Planètes.

Mercure est *étoile du soir*. Le 19, elle atteindra sa plus grande élongation orientale (27°24′). Le 7, elle sera à son nœud descendant. Le 12, on la verra à 0°48′ au sud de la Lune. Le 17, elle sera à son aphélie.

Vénus est *étoile du soir*. Le 11, on la verra à 3°20′ au nord de la Lune.

Mars se lève vers 2 heures. Le 9, on la verra à 5°8′ au nord de la Lune.

Jupiter est toute la nuit sur notre horizon. Le 3, on la verra à 2°6′ et, le 30, à 2°7′ au nord de la Lune.

Saturne est toute la nuit sur notre horizon. Elle sera, le 10, en opposition avec le Soleil. Le 24, on la verra à 4°4′ au sud de la Lune.

Uranus se couche vers minuit.

Neptune se lève vers minuit.

Les Étoiles filantes.

Août est le mois le plus riche de l'année au point de vue du phénomène des étoiles filantes. L'averse principale est celle des Perséides : elle atteint son intensité maximum vers le 10. La constellation de Persée est d'ailleurs riche en radiants, qui se manifestent du 6 au 12 août. Dates à bolides : 4, 10, 16 et 25.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Août-septembre.	AR = 0h24m, δ = 11°.	Rapides.	Août 6-12.	AR = 6h24m, δ = − 17°.	Lents.
Août.	AR = 2h4m, δ = 12°.	Rapides, à traînées.	Août 21-25.	AR = 19h24m, δ = 60°.	Lents, brillts, à traînées.
Août, sept., octobre.	AR = 2h24m, δ = 36°.	—	Août.	AR = 19h24m, δ = 70°.	Rapides, courts.
Août 1-19.	AR = 3h32m, δ = 56°.	Perséides, rapides, à traînées.	Juillet 27-août 17.	AR = 19h23m, δ = 52°.	Plutôt lents.
Août 8-11.	AR = 3h32m, δ = 25°.	Rapides, à traînées longues.	Août-septembre.	AR = 22h16m, δ = 50°.	Rapides.
Août 3-23.	AR = 4h4m, δ = 49°.	Très rapides, à traînées.	Juillet, août, septembre 8.	AR = 22h20m, δ = 28°	Id.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 14 : Janvier 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
	Le volcan Kokau (île Nila) redouble d'activité.
1	3·52 Bulgarie-Brégovo (IV), Vidin, Bélogradschik, Lom, Ferdinanda, Sofia.
3	14·40 à 57. Mexique. État de Mexico, Vera-Cruz, Puebla, Morelos, Oaxaca et Guerrero.
6	7·26. Rilski-Monastir (Bulgarie). (II.) 3^s.
	8·45. Colima. Abondande éruption avec détonations plus intenses. L'activité diminue
8	Tout le jour. Forte éruption du Colima.
	1·. Dale (Söndfjord, Norvège). (III.)
	Nuit du 9. Hellevik (Söndfjord). (III.)
9	Colima. L'éruption continue moyenne.
	9·43. Rilski-Monastir. (II.) 3^s.
	20·18 à 25. Chilpancingo, Teposcolula, Tierra Colorada, San Marcos, Ayutla, San Luis Allende (Guerrero); Silacayoapam (Oaxaca).
10	14·43. Rilski-Monastir. (II.) 3^s.
	23·45 Rocca di Papa. (I.)
	23·45. Messina. (I.)
11	Après-midi et nuit. San Luis de Guerrero. Deux légers chocs.
12	19·20. Ancône. Léger.
14	Après-midi Aardalsfjord (Ryfylke, Norvège). (III.)
16	1·. Rosendal (Norvège) (IV.)
	4·5 et 15. Stara Zagora (Bulgarie). Deux fortes secousses, avec bruit.
	16·20. Savone. Secousse sensible.
18	8·10. Mexcala (Guerrero). Tremblement.
19	19·41. Rilski-Monastir. (II.) 5^s.
21	0·50. Schabla (Bulgarie). (III.)
22	1·30. Kavakly (Bulgarie). Forte secousse. 6 à 8^s.

Dates.	Heures.
23	3·14 et 17·26. Rilski-Monastir. (II) et (III.)
27	2·36. Rilski-Monastir. (IV.) 15s.
28	19 21. Rilski-Monastir (II.) 5s.
30	3· à 4·. San Juan Bantista (Tabasco), léger, trépidatoire; Omotepec (Oaxaca), oscillatoire, 5s.
31	Golfe de Paria. Tremblement.
	4·25. Rilski-Monastir. Forte secousse.
	Fin du mois. Le Mérapi (Java) entre en éruption.
	Le Sindoro (Java) donne des signes d'activité; un nouveau cratère s'est formé.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

LA RADIO-ACTIVITÉ ATMOSPHÉRIQUE AUX LATITUDES ÉLEVÉES. — M. G. Simpson a présenté récemment à la Société royale de Londres d'intéressantes recherches sur ce sujet.

En 1901, Elster et Geitel ont découvert un gaz radio-actif dans l'atmosphère terrestre; ils ont indiqué une méthode pour le rechercher, ainsi qu'un étalon arbitraire au moyen duquel il peut être mesuré. Dans ce mémoire-ci, l'auteur donne les résultats d'une série de mesures faites d'après la méthode d'Elster et Geitel, dans le village de Karasjok (Laponie). Les mesures ont été prises trois fois par jour, sans interruption, pendant quatre semaines, du 23 novembre au 19 décembre 1903; durant cette période, le Soleil est resté au-dessous de l'horizon. Le principal résultat obtenu est la valeur très élevée atteinte par la radio-activité, la valeur moyenne pour le mois (A = 102) étant presque six fois plus forte et la valeur maxima (A = 432) presque sept fois plus forte que les valeurs trouvées, dans le centre de l'Allemagne, par Elster et Geitel. L'analyse des résultats indique que les moyennes des observations faites le matin et l'après-midi sont presque égales (87 et 88 respectivement), tandis que la moyenne de celles du soir est beaucoup plus élevée (131), ce qui montre une période diurne. L'auteur a étudié avec soin l'effet des divers éléments météorologiques, mais il n'a pu découvrir aucun rapport entre la radio-activité et la hauteur du baromètre ou la température, quoique cette dernière ait varié considérablement (de —35° à + 2.5° C.). Au contraire, la quantité de nuages semble avoir une influence, la radio-activité en l'absence de nuage étant A = 130, lorsqu'il y a quelques nuages isolés A = 107, lorsque le ciel est complètement couvert A = 76. Les mesures de variation du potentiel, faites au moyen d'un électromètre auto-enregistreur concurremment avec celles de la radio-activité, n'indiquent

aucune relation directe entre les deux. L'aurore boréale paraît aussi n'exercer aucune influence sur la radio-activité. Les résultats empruntent un intérêt particulier à la position septentrionale du lieu d'observation (69°20' N. et 36' E.) et ils jetteront quelque lumière sur la distribution géographique de la radio-activité atmosphérique. L'état de la Terre fortement gelée, recouverte de neige sur plus de 100 milles à la ronde, constitue des conditions uniformes qui aideront à une juste compréhension de la source de l'émanation radio-active de l'air.

— UN NOUVEAU DROSOMÈTRE. — La mesure de la rosée a toujours présenté des difficultés, parce qu'aucun drosomètre ne s'est imposé dans l'usage universel et que les résultats obtenus par différentes méthodes ne sont ni précis, ni satisfaisants, ni comparables entre eux. Dans le numéro de mars de *Das Wetter*, M. Ferb, attaché à la Station d'expériences agricoles de Peterhof-Kurland, décrit un nouveau genre de drosomètre, qu'il a trouvé très bon, et qui se compose d'un morceau de papier ayant subi une préparation spéciale, et ayant été trempé dans une solution chimique. Ce papier est exposé sur une boîte reposant pendant la nuit sur le sol; la quantité de rosée est indiquée par la décoloration du papier. Une échelle de teintes a été déterminée expérimentalement; le registre d'observations donne, d'après la décoloration du papier, la quantité de rosée formée pendant la nuit. On se sert de trois espèces de papier, le premier pour les petites quantités de rosée, le second pour les grandes, le troisième pour les très grandes. Il est bon d'exposer à la fois deux espèces de papier, choisis d'après la saison, de façon que, si la quantité de rosée est trop grande pour être indiquée par la feuille la plus faible, l'autre puisse l'indiquer exactement.

— OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES SUR LE MONT ROSE. — Sur les instances du Club Alpin italien, et avec l'appui de la reine Marguerite, du duc des Abruzzes et du ministre de l'agriculture, un observatoire a été édifié sur le mont Rose, à l'altitude de 4 560 m. (14 960 pieds) au-dessus du niveau de la mer. Après l'Observatoire Vallot sur le mont Blanc, c'est la station météorologique la plus élevée de l'Europe. Les observations commenceront pendant l'été de 1904. L'observateur vivra au sommet pendant les mois d'été, et pendant l'hiver lorsque le temps sera favorable. L'observatoire sera ouvert aux savants de toutes les nationalités qui désireront y exécuter des observations. Celles que l'on y fera auront une valeur toute spéciale comparées aux résultats des ascensions internationales de ballons. L'observatoire du mont Rose aura, comme pendants, les observatoires de l'Etna et de Monte Cimone, à 2 942 m. (9 650 pieds) et 2 162 m. (7 095 pieds) respectivement. Son programme comprend spécialement l'étude de la physique de l'atmosphère et des recherches de spectroscopie et de photographie.

Le passage du son à travers l'atmosphère.

(Conférence faite à la Société météorologique de Londres.)

On a fréquemment fait des observations sur la façon anormale dont le son passe à de grandes distances ou ne passe pas à des distances modérées, c'est-à-dire sur la transparence et l'opacité exceptionnelles de l'atmosphère par rapport au son. Sur ce sujet, je ne saurais, je pense, mieux faire que de renvoyer à l'article de M. W. Marriott (1), où celui-ci rend compte de ses observations systématiques sur la manière dont se propageait le son de Big Ben (2) ; on trouvera là un échantillon remarquablement complet et précis du genre d'observations dont je viens de parler. Aujourd'hui, je me suis proposé comme but, non de fournir d'autres exemples d'observations de la même espèce, quelque intéressantes qu'elles puissent être, mais d'essayer d'indiquer — très imparfaitement, je le crains — quelles sont les causes physiques de ce phénomène anormal.

Pour la façon dont se comportent les corps en mouvement, sur laquelle est fondée la dynamique, notre expérience de tous les jours est en désaccord avec les lois théoriques fondamentales ; de même, en acoustique, toutes les lois qui se rapportent au sujet sont manifestement en défaut à chaque moment. La dynamique nous apprend qu'un corps en mouvement continuera éternellement à se mouvoir à la même vitesse, dans la même direction, si aucune nouvelle force ne vient à agir sur lui. Le fait que personne n'a jamais vu pareil phénomène se produire est, je crois, la cause que la dynamique présente plus de difficultés pour l'étudiant que la statique. Les idées, en cette matière, doivent s'infiltrer lentement dans l'intelligence,

(1) *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. XX, p. 243.

(2) On donne le nom de « Big Ben » à la grosse cloche du palais de Westminster Londres; c'est l'une des plus grosses cloches du monde. (*Note de la Réd.*)

car elles sont toutes contraires à notre expérience de tous les jours, ou, plutôt, elles semblent lui être contraires. On demande constamment ce qui fait qu'une bicyclette avance quand celui qui la monte cesse de pédaler. Il en est de même pour le son, qui se transmet, nous le savons, sous forme de compression et de raréfaction de l'air (je suppose que c'est là l'idée la plus généralement admise, et je ne ferai rien ici pour l'établir expérimentalement ou autrement); une pareille propagation ondulatoire devrait être soumise à toutes les lois qui régissent les phénomènes de propagation linéaire, les ombres, la réflexion, la réfraction, la diffraction et, en un mot, toutes les lois de l'optique, sauf, peut-être, la polarisation; mais encore une fois, notre expérience quotidienne nous montre, je devrais dire semble nous montrer, que rien de cela n'est vrai. Vous tournez le dos à quelqu'un, vous parlez, et vous êtes entendu; vous parlez derrière un écran, et vous êtes entendu; vous tenez un miroir de façon à ce qu'on puisse vous y voir, mais vous n'en êtes pas entendu sensiblement mieux. Vous sortez de la maison, et vous observez un écho, une réflexion du son, mais il est imparfait; et une falaise, une montagne, beaucoup trop irrégulière en apparence pour réfléchir quoi que ce soit, semble renvoyer le son plus parfaitement même qu'un mur uni. Vous écoutez un son lointain : dans un cas, vous l'entendez à plusieurs milles; dans un autre, alors que l'air est calme et pur, vous ne l'entendez pas du tout. Voilà, parmi bien d'autres, des observations de tous les jours qui font croire que le son ne se comporte pas comme la lumière, mais est essentiellement capricieux.

Avant d'entrer dans plus de détails sur les différences et les similitudes dans la manière de se comporter du son et de la lumière, examinons une vague à la surface de l'eau. Notre expérience nous dit qu'elle est réfléchie par un mur vertical ou une falaise unie. Et même, celle-ci ne doit pas être si unie

que cela ; pourvu que ses irrégularités soient beaucoup plus petites que la longueur de la vague, c'est-à-dire que la distance d'une crête à la suivante, le produit de la réflexion, qui est l'ensemble de tous les effets élémentaires, sera une bonne vague semblable à ce qu'elle était auparavant. Si les vagues ont, par exemple, 20 pieds de crête à crête, la falaise pourra avoir des irrégularités de quelques pieds, et produire encore par réflexion une bonne vague, à peu près aussi bien que si elle était en granit poli. Mais si les vagues étaient beaucoup plus petites, les mêmes irrégularités seraient fatales à une bonne réflexion.

Passons donc à l'autre extrême, et considérons des rides sur l'eau, c'est-à-dire des vagues d'une telle petitesse, — quelques centièmes de pouce seulement, — qu'il en passe plusieurs centaines en un point à chaque seconde et qu'elles sont donc entièrement invisibles. L'étincelle électrique ou l'illumination stroboscopique révèlent cependant leur présence et permet d'en fixer une image sur la plaque photographique. Je puis montrer plusieurs de ces photographies et l'on conviendra que leur netteté est telle, qu'on les prendrait pour des diagrammes indiquant ce que les vagues devraient être, plutôt que des photographies prises sur l'eau et le mercure. Elles montrent parfaitement la réflexion se produisant sur une surface plane, sur une surface courbe, des ombres, la formation d'images, des réfractions, des interférences, des diffractions ; elles présentent réellement la précision des lois optiques. Il serait impossible de faire montrer toutes ces choses par une vague d'océan apportée dans un laboratoire; en effet, une telle vague, qui peut être réfléchie par une falaise irrégulière, ne l'est pas par une planche unie, telle qu'une planche à dessin fixée à un poteau, qui n'empêche d'ailleurs pas la vague de passer au delà. Si la planche avait un quart de mille de long, était épaisse en proportion et était convenablement attachée, elle réfléchirait la vague, et l'eau qui se trouverait derrière elle resterait tranquille.

C'est simplement une question de grandeur. L'instrument doit être assez grand pour dépasser plusieurs longueurs de vague; sa surface ne doit pas être unie, pourvu que les irrégularités ne soient pas plus grandes qu'une faible fraction d'une longueur de vague. D'où la difficulté de faire en laboratoire des expériences avec des vagues de grandeur ordinaire; on ne sait pas construire d'appareil assez grand. Il faut expérimenter sur des vagues aussi petites que possible, c'est-à-dire employer des rides capillaires; des réflecteurs et d'autres instruments d'un pouce ou deux suffisent alors, comme je l'ai montré, pour forcer les petites vagues à obéir aux lois optiques ordinaires.

Je me suis arrêté si longuement sur un genre de vagues, parce qu'il donne réellement la clé du sujet que je vais discuter, et qu'il a l'avantage d'être plus familier à tous et plus tangible que les phénomènes correspondants de la lumière et du son. Il montre aussi qu'il est presque impossible de faire des expériences sur mon sujet de la manière dont l'indique le titre; en effet, comme les vagues sonores de ma voix, par exemple, ont plusieurs pieds de longueur, je ne puis espérer réussir des observations avec un appareil de moins de 100 pieds environ, ce qui est au moins encombrant. Les seuls appareils dont on puisse se servir sont les grands bâtiments, les falaises, les montagnes. Le fait que cette conférence doit être accompagnée d'expériences me force à employer les plus petites vagues sonores que je sache obtenir et qui correspondent aux rides sur l'eau que je vous ai montrées déjà.

Comme Lord Rayleigh l'a si bien fait voir, en produisant la note la plus élevée que nous pouvons entendre, ou mieux encore, en produisant des notes si élevées que nous ne pouvons plus les entendre, il est possible de réduire la distance entre deux vagues d'air successives de quelques pieds à moins d'un pouce, et quoique ceci soit encore grand, il est facile de construire des appareils qui em-

brassent une ou deux douzaines de longueurs de vague, et cela suffit pour montrer, en laboratoire, que les lois optiques ordinaires sont également applicables au son ; on peut apercevoir avec des appareils de cette grandeur des phénomènes de réflexion, de réfraction et de diffraction et la formation d'un foyer. J'ai apporté dans ce but des appareils improvisés et assez grossiers; d'ailleurs, tout ce que je puis avoir à ma disposition pour répéter certaines expériences de Lord Rayleigh est fort imparfait.

Lorsqu'une vague sonore traverse l'air, il se produit alternativement, nous le savons, une condensation et une raréfaction. Or, quelque petites que celles-ci puissent être (la variation s'élève généralement à bien moins de $^1/_{1000}$e de la pression totale), l'air ainsi comprimé ou raréfié est traversé par la lumière dans une mesure extrêmement petite, plus lentement ou plus vite, c'est-à-dire qu'il réfracte plus ou moins la lumière d'une quantité presque infinitésimale. Cela nous permet de voir les vagues sonores.

Par exemple, le professeur Mack et moi avons pris, indépendamment l'un de l'autre, des photographies de balles de fusil se mouvant avec une vitesse plus grande que celle du son. Dans ce cas, l'air n'a pas le temps de passer autour de la balle et d'arriver de l'autre côté. Il est comprimé devant elle, de façon à produire une vague hyperbolique, dont les bords avancent vers l'extérieur avec la vitesse du son, tandis que la vague de tête, fortement comprimée, voyage peut-être deux ou trois fois aussi vite, selon la vitesse de la balle. Je puis mettre sous vos yeux quelques-unes de ces photographies et un diagramme qui fait voir comment la masse d'air comprimé agit comme un prisme sur la lumière qui a servi à prendre les photographies. Celles-ci montrent une parfaite réflexion et une diffraction se produisant à la fin d'une vague réfléchie, ainsi que d'autres curieuses propriétés que j'ai décrites à diverses occasions. C'est une vague d'air comprimé du même genre que fait naître un météore, mais

elle doit avoir un angle plus aigu, ce qui produit la prétendue explosion entendue parfois après le passage d'un bolide. Vieille a examiné les photographies en question et a calculé la résistance opposée à la balle; ses résultats concordent si bien avec ce qu'on connaît déjà, qu'il a cru avoir le droit d'étendre ses conclusions à des vitesses beaucoup plus élevées. A une vitesse de 10000 mètres à la seconde, par exemple, ce qui est vraiment bien modéré pour un météore, l'air atteindrait, par compression adiabatique, une température d'environ 50 000°. Rien d'étonnant à ce que les météores s'illuminent dans un bain aussi chaud!

Si nous passons maintenant de ces vagues de haute pression à la vague sonore d'une forte explosion, je puis vous rapporter une très curieuse observation faite, il y a plusieurs années, par M. Ryves, qui effectua toutes les expériences balistiques de la Compagnie Maxim-Nordenfeldt, et qui, pendant tout un temps, sembla passer sa vie entouré de puissants explosifs. Il eut un jour l'occasion de faire sauter une grande quantité d'explosifs mis au rebut, 70 livres environ; il le fit à un moment où le Soleil brillait de tout son éclat. Il remarqua, au moment de l'explosion, un anneau sombre qui se développait et s'ouvrait avec la rapidité de l'éclair, et il entendit et sentit le coup quand l'anneau passa sur lui. Il avait entendu, peu auparavant, l'explication de la formation d'une ombre de la vague qui se forme autour d'une balle, comme je l'ai décrite tantôt, et il conclut à bon droit que la vague de l'explosion jetait une ombre de la même manière.

Peu de temps après, ayant plus de 100 livres d'explosif de rebut, il me demanda de venir voir l'anneau produit, et je demandai à M. Paul d'apporter son animatographe pour tâcher de le photographier. Nous réussîmes à avoir un jour de beau Soleil; seulement, la difficulté que je redoutais était réellement insurmontable pour nous. L'ombre annulaire allait marcher avec une vitesse de 1 000 pieds à la seconde;

en supposant donc qu'elle eût 2 pieds de large, il aurait fallu une pose de $^1/_{500}$e de seconde pour que l'image fût réellement noire, et cela, nous ne pûmes l'atteindre.

Cependant, j'espérais que la plaque montrerait certaines traces de l'anneau. J'avais avec moi un appareil ordinaire et je me tenais à 100 pieds; mais j'étais si occupé à m'arranger de façon à découvrir mon objectif $^1/_{10}$e de seconde après l'explosion, de façon à prendre l'anneau entier, que j'avais oublié de penser à le regarder; pourtant, il fut si visible que je ne pus douter de son existence. Je dois dire qu'on avait ajouté de la poudre noire à l'explosif pour produire de la fumée et pour qu'il y eût quelque chose à voir après que l'anneau eut disparu. M. Paul a eu l'obligeance de m'envoyer l'animatographie et la photographie qu'il a prises et, s'il vous est impossible, comme je l'avais bien pensé, de voir l'anneau sombre sur aucune des photographies, quand marchera l'animatographe vous remarquerez fort bien un anneau d'ombre s'étendant avec la vitesse effrayante que j'ai citée.

La vague de la balle de fusil est une forte vague, mais celle de l'explosion en fut une très forte. Le professeur R. W. Wood, parmi d'autres, a photographié des vagues sonores produites par l'étincelle électrique, et je puis projeter sur l'écran plusieurs de ses plaques. La forme de la partie antérieure des vagues produites après réflexion est très curieuse lorsqu'il existe une aberration de sphéricité; mais pour montrer que cette forme est, après tout, exactement ce que veut la géométrie, le professeur Wood fit un grand nombre de diagrammes géométriques de positions successives très rapprochées, et M. Paul m'en a envoyé une partie pour être projetées par l'animatographe.

Par opposition avec ces violentes vagues isolées, les sons ordinaires de la voix et de la musique peuvent être rendus visibles sans aucun instrument mécanique de précision, par des moyens purement optiques. Mais la simple réfraction,

qui suffisait pour la forte vague, doit être remplacée par une délicate méthode d'interférence, que Raff fut le premier à appliquer au sujet qui nous occupe. Je puis vous montrer un diagramme de son appareil et certains résultats obtenus par lui. J'ai répété plusieurs de ses expériences avec un autre appareil, conçu par Michelson, et construit pour M. Edser, qui me l'a prêté. Ces expériences sont impossibles à reproduire en public, dans une grande salle.

J'ai dit que, contrairement à ce qui nous semble à première vue, les vagues de l'eau et les vagues sonores suivent les lois particulières du mouvement des vagues, lorsque l'appareil employé est assez grand, ou que les vagues sont assez petites, et que ces lois sont si exactement suivies par la lumière que nous les appelons les lois optiques. Il est curieux de remarquer que si nous faisons pour la lumière l'inverse de ce que nous avons fait pour les vagues de l'eau et les vagues sonores, c'est-à-dire préparer des appareils si petits que même une vague lumineuse de 1 : 40000 de pouce par exemple devienne appréciable, nous trouvons que la lumière se comporte comme le son, qu'elle tourne autour des angles et ne produit pas d'images nettes. C'est en réalité pour cette raison qu'il est impossible d'obtenir, dans un télescope de n'importe quelle grandeur, un agrandissement utile dépassant un certain degré, et qu'un microscope ne saurait séparer deux objets rapprochés de moins d'environ 1 : 150000 de pouce. M. Croft a pris de belles photographies de certains de ces phénomènes de diffraction, et il a eu la bonté de me les prêter pour ce soir. Ce que je veux faire remarquer actuellement, c'est que la lumière est réellement aussi imparfaite que le son, lorsque les surfaces sur lesquelles on opère sont suffisamment petites.

La lumière, malgré toute la perfection avec laquelle elle obéit à ses lois, donne cependant parfois naissance à d'étranges phénomènes, par suite de variations dans la den-

sité de l'air. J'en dis un mot ici, parce que je parlerai tantôt des phénomènes acoustiques correspondants. D'abord, à cause de la diminution graduelle de la densité de l'air de bas en haut, la lumière ne marche pas en ligne droite horizontale; sa trajectoire affecte généralement une courbure qui vaut $^1/_6$ de celle de la Terre environ; en d'autres termes, la lumière suit, dans un plan vertical, une courbe d'un rayon de 24 000 milles. C'est pour cela que lorsque le Soleil et la Lune viennent de se coucher géométriquement, on les voit encore au-dessus de l'horizon; de même, une éclipse totale de Lune peut être observée alors que le Soleil est encore entièrement visible dans la direction opposée.

Tel est l'état de choses ordinaire. Si le sol est très froid, et que la température croît rapidement avec la hauteur, le changement de densité est beaucoup plus rapide et la lumière suit une trajectoire encore plus courbe. Il ne faudrait pas grand'chose pour qu'elle en suive une dont la courbure soit égale à celle de la surface de la Terre, et, alors, quelqu'un qui verrait suffisamment loin, apercevrait le derrière de sa tête en regardant droit devant lui.

Dans des conditions inverses, l'atmosphère étant froide et le sol chaud, il arrive parfois que le changement soit assez rapide pour que la lumière suive une trajectoire infléchie dans l'autre sens : alors se produit le mirage. Souvent, la couche d'air qui dévie les rayons lumineux est si mince que le mirage n'est visible qu'à un seul niveau; on peut voir ainsi des arbres, des montagnes lointaines répétés deux ou plusieurs fois, et la lumière peut suivre deux ou plusieurs chemins différents de l'objet à l'œil.

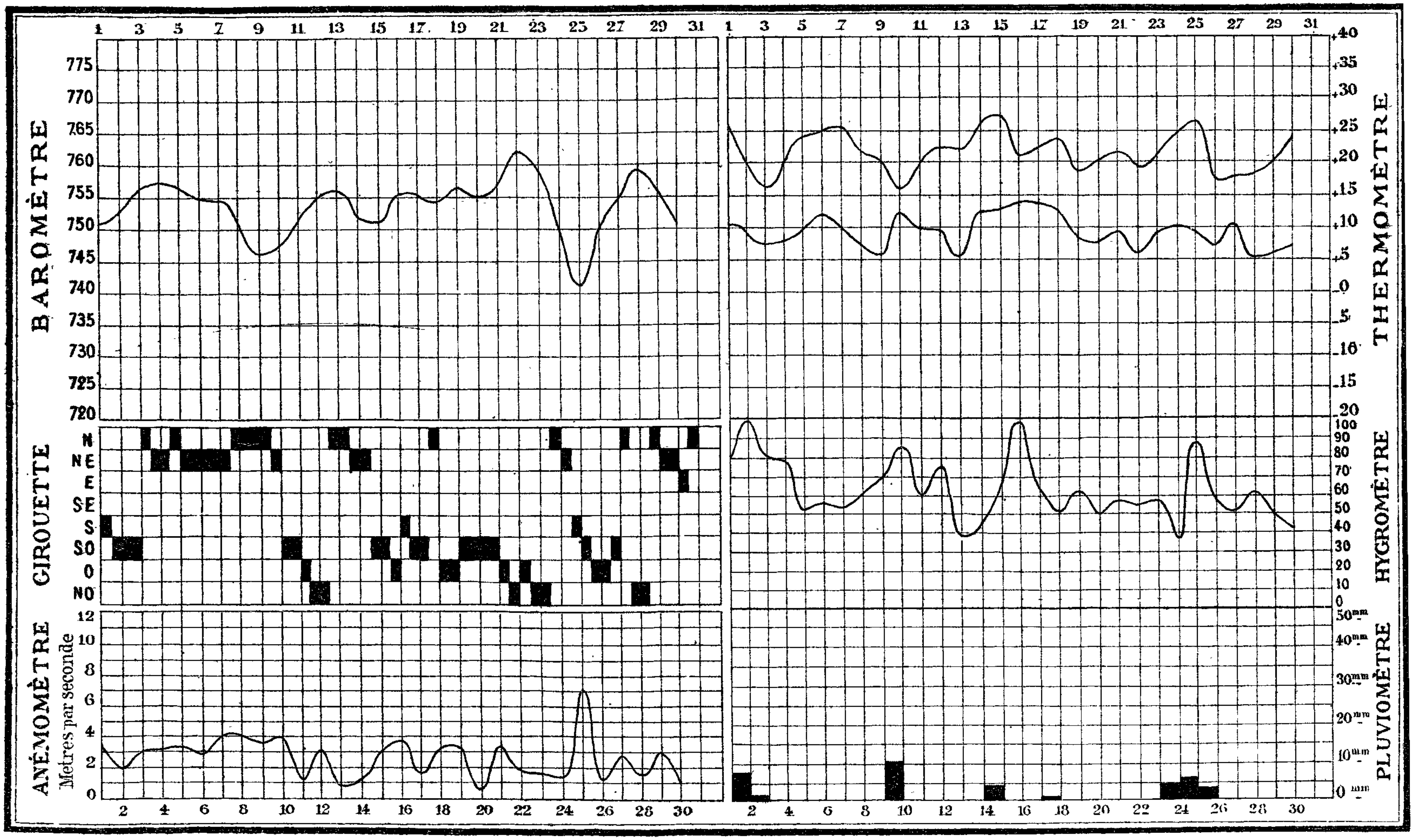
Il y a une variété de ce phénomène dans laquelle des objets très distants, souvent trop éloignés pour être vus dans des conditions ordinaires, paraissent rapprochés ou fortement grossis. Cela résulte d'une variation dans la courbure de rayons voisins, qui fait que des rayons émanant

de points qui devraient être vus très rapprochés l'un de l'autre pénètrent dans l'œil en formant entre eux un angle trop large. Ces phénomènes sont bien connus, et je n'y fais allusion que parce que leurs analogues en acoustique sont si bien marqués.

A la différence de celle de la lumière, la vitesse du son n'est pas affectée par la densité de l'air, mais par sa température. Celle-ci allant d'ordinaire en diminuant de bas en haut, le son marche généralement plus vite près du sol que dans les couches élevées. Cela se verra particulièrement bien un jour chaud, tranquille, où le Soleil brillera. Si alors donc l'air était régulièrement divisé en couches de température décroissante, le son ne se transmettrait pas en ligne droite, mais suivant des courbes dont la concavité serait tournée vers le haut. Une personne n'en entendrait pas bien une autre, à une certaine distance, parce que le sol, coupant la trajectoire courbe des rayons sonores, mettrait en quelque sorte une ombre dans le son. C'est le contraire du mirage. Mais la situation que je viens de décrire est défavorable à la propagation du son pour d'autres raisons encore.

Là où l'air est beaucoup plus chaud en bas qu'en haut, il est dans un état instable et il peut se produire, en une foule d'endroits, des courants d'air montant et tournant, sans qu'aucun signe visible ne décèle leur existence. Le son, rencontrant ces courants, est fortement dispersé, comme l'a montré Tyndall il y a longtemps ; il peut, dans une mesure restreinte, être réfléchi là où existent de rapides variations de densité, mais il est probable qu'il peut se produire un phénomène de Döppler, qui change la direction du son dans le courant d'air, la dévie à gauche ou à droite quand il y a rotation et laisse donc le son, au moment où il sort du courant, en désaccord avec celui qui n'y est pas entré. Une masse de ces courants produira donc sur le son les mêmes taches que celles que produit sur la lumière du whisky imparfaitement mêlé à l'eau.

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Juin 1904.



N. B. _ La courbe thermometrique superieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inferieure celle des minima
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

D'un autre côté, par une nuit tranquille, le sol étant plus froid que l'air, les rayons sonores auront une tendance à s'infléchir dans le sens opposé, de façon que le sol ne formera plus écran et que le son s'entendra bien. Un vent doux spécialement, imperceptible sur le sol, mais croissant en force avec la hauteur, ajoute sa vitesse à celle du son dans un sens et la soustrait dans l'autre; contre le vent, la résultante diminue en raison de la hauteur; les rayons sonores, fortement courbés, sont concaves vers le haut et le sol les intercepte. Dans la direction du vent, au contraire, la vitesse est beaucoup plus grande à une certaine hauteur, et des rayons sonores partant sous divers angles d'une même origine peuvent, après plusieurs milles, converger sur une même personne, qui pourra observer un mirage acoustique d'une étonnante intensité (1).

C.-V. BOYS,
membre de la Société royale de Londres.

Revue climatologique mensuelle.

JUIN 1904.

Juin 1904 a été très agréable : pas trop chaud, ensoleillé cependant, et sec.

Sa température moyenne est inférieure de 0°5 à la valeur normale, et cette différence est surtout due à la situation thermique du 19 au 30, qui a présenté un écart de 2°0 avec la normale (14°6 au lieu de 16°6). Par contre, du 5 au 7 et du 14 au 18, il a fait trop chaud de 2°1 et de 2°5 respectivement. La moyenne du 1er au 13 a été à peu près normale (15°3 au lieu de 15°6).

Du 20 au 30, la différence entre le minimum du matin et le maximum de l'après-midi a été considérable (14°8 en

---

(1) Traduit du *Quarterly Journal* de la Société météorologique de Londres vol. XXIX, p. 145. — Rappelons ici la note publiée par M. P.-J. De Ridder dans la 7e année de *Ciel et Terre*, p. 500, sous le titre : *Le son des cloches et la pluie.*

moyenne). Habituellement cette différence n'est que de 9°3.

Le maximum absolu n'a pas été très élevé : il s'est produit le 14 et n'a pas dépassé 27°7 à Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	753,0mm	754,1mm
— — — la plus élevée.	758,2	. .
— — — — basse.	748,2	. .
Température moyenne du mois. . . .	16°1	15°6
— — la plus élevée . .	20,1	. .
— — — basse . .	13,3	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	34,7	27°7
Minimum — — . . .	1,4	5,6
Nombre de jours de gelée	0	0
— maximum de jours de gelée . .	0	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	220	215
— — (total possible) . . .	491	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(24),W(19), NW(14), N(11)	N(22),SW(18) NE(17), W(16
Vitesse moyenne du vent.	3,4m	2,4m
Humidité à midi	63,9	63,4
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	4,1mm	4,6mm
— totale du mois	123	137
Hauteur de pluie tombée	65	40
— de neige —	0	0
— totale d'eau —	65	40
— maximum —	180	. .
— minimum —	12	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	15	10
— de pluie	16	13
— de neige	0	0
— de grêle	0,7	0
— de tonnerre	4	4
— de brouillard	2	6
— couverts	0,7	0
— sereins	0,4	0
Nébulosité moyenne	6,5	6,6

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir egard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

Le minimum absolu a eu lieu presque partout le 29, mais en quelques points, et notamment à Uccle, il a été observé le 28 (5°6).

Le 29, le thermomètre sous abri est descendu à 1°6 à Verviers-tir (Stembert), à 1°5 à Spa et au barrage de la Gileppe, à 1°4 à Florennes et à Carlsbourg, à 1°0 à la Baraque-Michel, à 0°8 à Stavelot, à 0°7 à Hockai, à 0°2 à Libramont et à Bastogne, à —1°8 à Bernistap, près de Tavigny. Dans cette dernière station, on avait déjà noté —1°0 le 22 et —0°8 le 28.

A la surface du gazon et à l'air libre, le minimum s'est abaissé au-dessous de 0° à plusieurs reprises. A Uccle, les 13 (—0°2), 22 (—1°5) et 28 (—0°7). A Carlsbourg, près de Paliseul, les 28 (—1°0) et 29 (—0°8). A Bernistap, le point de congélation a été dépassé *neuf fois* au cours du mois, et chaque nuit, du 27 au 30 : le 28 on a constaté —4°0; le 29, — 4°9.

Ces basses températures ont naturellement coïncidé avec de fortes gelées blanches, qui ont endommagé çà et là les pommes de terre, les haricots, le blé sarrazin, les fougères, etc.; ces gelées ont été fréquentes dans l'Ardenne.

Les vents de la région Nord ont prédominé en juin dernier, le N. proprement dit surtout. Les courants de NW. à NE. ont soufflé un peu plus souvent que tous les autres vents réunis (52 p. c. du total des observations).

L'air a été calme pendant tout le mois, le 25 excepté, jour où l'anémomètre a enregistré une vitesse moyenne de $10^{m}5$ à la seconde de 13 à 14 h., et de $10^{m}4$ de 9 à 10 h. De 4 à 18 h., la vitesse a été de $9^{m}0$. A 9 3/4 h., une pression de 43 kilogrammes par mètre carré a été relevée.

La première moitié du mois a été assez ensoleillée, mais la seconde l'a été bien davantage. Du 1er au 17 il y a eu, en moyenne, $5^{h}32^{m}$ d'illumination solaire par jour, et du 18 au 30, $9^{h}18^{m}$.

Comme nous l'avons dit, juin 1904 a été sec : à Uccle, le pluviomètre n'a reçu que 40^{mm} d'eau, fournis par 10 jours de pluie. Cette valeur représente à très peu près la hauteur moyenne d'eau tombée sur la Belgique entière.

La sécheresse a été à peu près générale, mais des averses orageuses (voir plus loin, pp. 237, 238 et 240) ont, dans certaines régions, grossi le total pluviométrique du mois. Ce total s'est élevé, dans les stations suivantes, à :

FLANDRE ORIENTALE.	mm
Steene-Schuur	78,0
Somergem	84,0
Schipdonck	75,3
Roodenhuize	81,4
Gand	107,2
Deynze	72,6
Semmerzaeke	89,6
Audenarde	82,5
Grammont	74,0
Hoorebeke-Saint-Corneille	74,0
Termonde	74,0

HAINAUT.	mm
Herbières	74,0
ANVERS.	
Anvers	73,2
Grobbendonck	80,0
LIÉGE.	
Baraque Michel	71,8
Stavelot	88,0
LUXEMBOURG.	
Bastogne	71,1
Libramont	77,6

Au point de vue des phénomènes électriques, deux journées seulement ont été intéressantes, les 14 et 17, et particulièrement cette dernière (voir plus loin, sous la rubrique : *Les orages*). Les orages locaux ont été la règle, et il s'en est produit à d'assez fréquentes reprises. La plupart des stations ont renseigné deux ou trois jours de tonnerre; le nombre maximum a été de cinq jours, signalé par Groenendael, Pétigny lez-Couvin, Niel-Asch, Bourg-Léopold et Chiny.

Pendant la période la moins ensoleillée, du 1er au 17, le degré d'humidité relative (à midi) a été en moyenne de 69,1. Pendant la période du 18 au 30, très ensoleillée, il est descendu à 55,9. La diminution de l'humidité de l'air a été d'ailleurs assez régulièrement progressive du 1er au 30 :

1re décade	72,5
2e —	61,6
3e —	56,1

Le minimum absolu, 32 p. c., a été observé le 24, vers 17 h. On avait déjà noté 33 p. c. le 13, à 15 h.

Vers le milieu du mois, les récoltes offraient un très bel aspect dans le pays entier.

Voici, pour la basse Belgique, quelques constatations faites à leur sujet :

Le 13, floraison du froment;
Le 15, première coupe du foin ;
Le 24, rentrée du foin : produit double, tant en quantité qu'en qualité
Le 28, récolte du colza, qui est magnifique.

Pour la moyenne et la haute Belgique, les dates sont de deux ou trois jours en retard sur celles indiquées ci-dessus.

La récolte des foins s'est effectuée partout dans des conditions exceptionnellement favorables : par temps chaud et sec.

La pression barométrique a été en général un peu plus forte que la pression normale, principalement du 12 au 23. Sauf du 25 au 27, le régime atmosphérique a été presque constamment anticyclonique, avec centre des hautes pressions assez souvent sur nos régions ou dans leur voisinage. Le passage de troubles peu profonds, les 9-10 et les 25-26, a fait descendre le baromètre, d'une part à $743^{mm}4$, d'autre part à $741^{mm}6$. Cette dernière valeur est la plus basse de tout le mois. La plus haute, $762^{mm}7$, avait été enregistrée trois jours auparavant, c'est-à-dire le 22.

Orages et fortes pluies.

1er *juin.* — Orages faibles, avec pluies abondantes, dans les Flandres. Tonnerre au centre du pays.

Fortes pluies :

	mm
Cachtem	21,5
Pont de Paille	21,5
Steene Schuur	22,5
Gand	28,0
Hoorebeke-Saint-Corneille	23,0
Anvers	22,0

La journée du 2 ayant aussi été marquée par des précipitations copieuses à l'ouest du territoire, certaines stations ont renseigné pour ces deux jours des totaux très notables, entre autres :

	mm
Iseghem	30,0
Somergem	36,0
Schipdonck	32,4
Roodenhuize	31,2
Gand	53,5
Deynze	30,9
Semmerzaeke.	38,2
Hoorebeke-Saint-Corneille	34,0

6 *juin.* — Orages faibles au S., à l'E. et au SE. du pays.

Trois coups de foudre dans la région de Chimay : sur un peuplier blanc, dit picard, et sur deux peupliers du Canada. Une maison se trouve à 90 mètres du premier arbre frappé ; deux enfants qui se trouvaient dans cette maison ont été renversés par le choc en retour.

A Forges (4 kilom. au sud de Chimay), le fluide atteint des chênes et des poteaux télégraphiques et téléphoniques.

9 *juin.* — On ne renseigne pas de phénomènes orageux à cette date, mais de tres fortes pluies tombent en quelques points :

	mm
Steene Schuur	30,0
Roodenhuize	27,4
Gand.	27,8
Semmerzaeke	20,2
Grammont	25,3
Termonde	27,4
Grobbendonck	21,5
Herbières	22,0

14 *juin.* — Orages sur une grande partie du pays.

A Kerkom, près de Tirlemont, la foudre tombe sur un arbre en massif (le plus haut).

17 *juin.* — Nous consacrons à cette journée une note spéciale, que l'on trouvera ci-dessous.

24 *juin.* — Orages dans la Flandre occidentale.

25 *juin.* — Quelques orages locaux au centre et à l'ouest du pays.

Le 17 juin.

Cette journée a été caractérisée, à partir de l'après-midi et jusque dans la nuit, par des manifestations orageuses répétees, sans grande intensité au point de vue des phénomènes électriques proprement dits, mais accompa-

gnées sur une grande partie du pays, de grêles extraordinaires et, dans la région de Virton, d'un vent d'une violence inouïe, dû au passage d'une trombe.

Comme en d'autres circonstances, particulières à l'été, l'après-midi du 17 juin fut marquée par un contraste thermique très prononcé entre, d'une part l'ouest, le centre et le nord du pays, d'autre part le sud, l'est et le sud-est. C'est ce que montre bien le tableau ci-dessous, qui indique les maxima de température observés en divers points du territoire :

Maxima peu élevés.

Ostende	18°8	Anvers	23°5
Furnes	20,3	Brasschaet	21,9
Tournai	23,0	Lierre	20,1
Uccle	23,7		

Maxima élevés.

HAINAUT.		LIÉGE (*suite*).	
Donstiennes	27°8	Verviers-tir.	27°7
NAMUR.		Barrage Gileppe	29,7
Gembloux	26°3	Hestreux (forêt)	26,0
Florennes	27,2	Baraque Michel	25,0
Maredsous	27,7	Hockai	27,2
LIÉGE.		Stavelot	29,5
Huy-Statte	27°5	LUXEMBOURG.	
Hermalle-sous-Huy	28,5	Bastogne	28°0
Goyer	26,9	Beauplateau	28,0
Tilff	28,0	Libramont	28,4
Saint-Roch	28,5	Arlon	29,0
Spa	26,8	Carlsbourg	27,6

Ainsi, alors qu'à Ostende on ne constatait que 18°8, à l'autre extrémité du pays on notait : au barrage de la Gileppe, 29°7 ; à Stavelot, 29°5 ; à Arlon, 29°0.

La première série de maxima donne à peine 22° comme moyenne, tandis que la moyenne de la seconde série monte à près de 28°.

Il est à remarquer que l'état du ciel était presque partout le même (nébulosité de 6 à 8).

Dans plusieurs stations, du brouillard avait été observé le matin. On a depuis longtemps fait cette constatation, que les journées fortement orageuses débutent fréquemment par du brouillard.

A 1 h. de l'après midi, le degré d'humidité relative de l'air était en général plus fort à l'est qu'à l'ouest de la Belgique : alors que d'une part on avait 60 environ, on relevait 90 à Gembloux, 83 à Cointe (Liége), 78 à Verviers, 89 à Bastogne.

Ainsi qu'on le verra plus loin, la grêle est surtout tombée au sud du Hainaut, dans les provinces de Namur, de Luxembourg et de Liége et au sud du Limbourg. Ailleurs on n'en a pas observé. En beaucoup de points, les grêlons étaient de dimensions extraordinaires : on en signale de la grosseur d'un œuf de pigeon, d'une noix, d'un œuf de poule, etc.; des chutes de vrais glaçons sont aussi renseignées. Le vent ayant été faib'e au moment des averses de grêle, celle-ci, sauf en de rares points, n'a pas causé de grands dégâts.

La pluie et la grêle ont, — dans les provinces de Liége et de Luxembourg notamment, — fourni beaucoup d'eau au pluviomètre.

HAINAUT.	mm	LIÉGE (*suite*).	mm
Haulchin	23,0	Hockai	38,3
NAMUR.	mm	Stavelot	59,5
Gembloux	20,0	LUXEMBOURG.	mm
		Bourcy	22,5
LIÉGE.	mm	Bastogne	30,0
Theux	28,0	Laroche	23,5
Spa	20,0	Beauplateau	24,0
Barrage Gileppe	27,5	Libramont	41,0
Hestreux	26,0	Arlon	35,0
Baraque Michel	38,0	Carlsbourg	22,0

Au centre, au nord et à l'ouest du pays, la pluie a été absente ou très faible. A Uccle on n'a recueilli que $0^{mm}7$. Dans la Flandre occidentale il n'est pas tombé d'eau. D'ailleurs, ces régions n'ont enregistré que des phénomènes orageux peu intenses et localisés.

Nous rendons compte ci-après, sommairement, de tous les renseignements de quelque intérêt que nous avons pu recueillir sur les phénomènes divers observés le 17 juin 1904.

Bentille lez-Eecloo. — La foudre tombe sur un troupeau de moutons; tous sont projetés à terre, et dix moutons, sur dix-huit que comprenait le troupeau, sont tués. Le berger ressent un choc violent dans la tête, mais il en est quitte pour la peur.

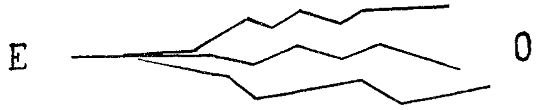
Melden (près d'Audenarde). — La foudre tombe sur une ferme; la grange et une partie du corps de logis deviennent la proie des flammes.

Audenarde. — Le fluide atteint la cheminée de la Laiterie du fort.

Hauthem-Saint-Liévin (Flandre orientale). — Trois frères, qui étaient occupés à mettre du foin en meules, s'éloignèrent rapidement pour chercher un refuge; la foudre les atteignit et les lança sur le sol : l'un d'eux était mortellement atteint; le fluide avait même mis le feu à ses effets. Les deux autres se relevèrent indemnes.

Court-Saint-Étienne. — Orage assez curieux, qui a duré sans interruption

de 16 à 22 h. Direction : SW. à NE. Peu de vent. Petite pluie persistante, mais peu abondante. Tonnerre et éclairs, même les plus rapprochés, se sont produits *exclusivement*, pendant toute la durée de l'orage, dans la direction du SW., du S et du SE. Pas un coup dans le Nord. Les éclairs étaient comme formés de deux jets successifs, séparés par un intervalle. L'obscurité venue, ils étaient très brillants, en nappes ou en zig-zags horizontaux, bleuâtres, souvent fourchus. Vers 21 $^1/_2$ h., on a observé la forme suivante, en trident. Pas de dégâts aux environs.



Neervelp (près de Vertryck). — La foudre frappe un homme dans une maison et le tue.

Niel-Saint-Trond. — Grêlons gros comme des œufs de pigeon.

Wasmes. — Deux frères, âgés respectivement de 16 ans et de 13 $^1/_2$ ans, sont atteints sous un arbre, où ils s'étaient abrités contre la pluie. L'aîné est tué et le second est grièvement blessé.

Mons. — Orage très violent vers 19 h. Le pluviomètre reçoit 6^{mm} d'eau en 7 minutes.

La Louvière. — Grenier d'une maison détruit par la foudre.

Morlanwelz. — Chalet entièrement consumé.

La Hestre. — Maison incendiée.

Montigny-le-Tilleul. — Le fluide a brûlé, à l'arrêt de la Chapelle, les fils électriques du tramway.

Mont-sur-Marchienne. — On a remarqué des groupes de grêlons soudés par de la glace.

Merbes-le Château et les environs ont beaucoup souffert. Les campagnes ont été hachées, et les récoltes de betteraves et de pommes de terre sont fortement compromises. Il est non seulement tombé des grêlons de forme ordinaire et de la grosseur d'un œuf de poule, mais aussi des morceaux de glace de toutes dimensions; certains de ces cristaux de glace affectaient les formes les plus variées.

La Buissière. — Des vitres d'une épaisseur de 4 à 5 millimètres ont été brisées par la grêle.

Thuin. — La grêle à brisé de nombreux carreaux. — A *Erquelinnes* également, où les grêlons étaient de la grosseur d'œufs de poule.

Donstiennes. — A Donstiennes et aux environs (dans un rayon de 5 kilomètres au moins), il est tombé des grêlons d'une grosseur extraordinaire, mais peu abondants et tombant avec une faible vitesse, de sorte que les dégâts ont été insignifiants. On en a pesé un de 120 grammes, un autre de 107, et

une dizaine d'autres pesant ensemble 650 grammes. Formes très variées : ovoïdes, hémisphériques, ou irrégulières ; beaucoup avaient un noyau irisé.

Marbaix. — Grêlons gros comme des œufs de pigeon.

Nalinnes. — Dans les campagnes autour de cette commune, les grêlons étaient gros comme des balles.

Aiseau. — La foudre tombe sur une maison et y met le feu. Elle avait suivi un fil téléphonique.

Rance (près de Beaumont). — Grêlons comme une noix ordinaire.

Gonrieux (canton de Couvin). — Au hameau de Presgaux, coup de foudre sur l'église en construction (le gros œuvre est terminé, sauf que la tour n'est pas encore surmontée de la flèche). Un mètre cube de maçonnerie du sommet de l'édifice est projeté de toutes parts, puis le fluide perce la tour à la partie supérieure de la grande nef. Elle paraît avoir suivi ensuite le zinc du sommet pour venir abattre la pointe du pignon.

Heer-Agimont. — On ramasse des grêlons de la grosseur d'un œuf ; l'un d'eux pesait 140 grammes.

Dinant. — La région dinantaise a été très éprouvée. C'est à Dinant surtout que, vers 7 $^1/_2$ h. du soir, les grêlons sont tombés en abondance. Ils recouvraient les rues d'une couche épaisse de plusieurs centimètres ; d'aucuns avaient la forme de véritables glaçons et pesaient jusqu'à 35 grammes. Pour un pareil poids, il faut un volume supérieur à celui d'un œuf de pigeon. Aussi les vitres furent-elles brisées par milliers. Les jardins et les campagnes offrent un aspect lamentable.

Florennes. — Il est tombé des grêlons de la grosseur d'une noix ; quelques-uns même avaient la dimension d'un gros œuf de poule.

Ennevanche (près de Mettet). — La foudre tombe à côté d'une femme, qui est renversée avec violence. Elle s'évanouit, et ne revient à elle qu'une heure après, ayant les jambes paralysées et ayant perdu l'usage de la parole. Des soins empressés la rétablissent promptement.

Fosses. — Grêlons de la grosseur d'un œuf de pigeon.

Namur. — La région namuroise a été fort éprouvée. La ville de Namur proprement dite a été en partie épargnée, mais sur les hauteurs d'Erpent, d'Assesse et d'Andoy, la grêle a fait rage. Les campagnes ont été affreusement ravagées.

Ciney et une partie du Condroz ont aussi beaucoup souffert.

Beauraing. — Dégâts énormes dans les campagnes de la région.

Jéhonville (à l'est de Paliseul). — Hêtre foudroyé.

Carlsbourg (près de Paliseul). — Très peu de grêle.

Virton. — Un premier orage a commencé à 14 h. Le tonnerre était très fort. Les éclairs se multiplièrent vers 16 h. 40 m. Il y eut de la pluie dans l'après-midi et des averses à 17 h.

Les éclairs ont été continuels à partir de 20 $^1/_2$ h. jusqu'au matin. A 21 $^1/_4$ h. grosse pluie.

Le vent a causé les grands dégâts (voir plus loin, p. 245) à 22 $^1/_2$ h.

Des grêlons considérables ont brisé nombre de vitres au collège Saint-Joseph et ont occasionné aux arbres fruitiers des blessures larges parfois de plus de 5 millimètres et longues de 5 à 10 centimètres.

A 4 h. du matin, le 18, nouvel orage, plus violent que ceux de la soirée précédente et de la nuit.

Arlon. — Deux orages violents, de 17 h. 45 m. à 18 h. 50 m. et de 22 h. à 23 $^1/_4$ h. Les phénomènes orageux ont été particulièrement intenses vers 22 $^3/_4$ h. Des éclairs continus sillonnaient les nues, avec vent soufflant en tempête, pluie torrentielle et chute de grêlons. Plusieurs de ceux-ci pesaient jusque 55 grammes.

Menil-Favay (près de Marche). — Grêlons du poids de 100 grammes, mais peu nombreux. Dégâts peu importants, à cause du vent faible.

Hotton (entre Barvaux et Laroche). — Grêlons serrés, du poids de 40 à 50 grammes, et un grêlon de 81 grammes. Beaucoup de dégâts dans les jardins, principalement aux arbres fruitiers.

Hazeilles (Erezée). — Grêlons de 12 centimètres de circonférence. Pas de dommages aux récoltes.

Bernistap (près de Tavigny) — Bernistap a été préservé des dévastations qui ont eu lieu aux alentours. Orage ordinaire. Quelques grêlons, que l'on aurait pu compter.

Stavelot. — Un premier orage a été accompagné, pendant quinze minutes, d'une chute considérable de grêlons très forts; plusieurs de ces grêlons pesaient de 80 à 95 grammes. Le pluviomètre a reçu 20^{mm} d'eau en douze minutes.

Un second orage, plus violent que le premier, a été marqué par une grêle plus forte encore que la précédente

Les deux orages ont fourni au total $59^{mm}5$ d'eau.

Aux environs de Stavelot, il est tombé d'abord des grêlons ayant la forme habituelle, c'est-à-dire sphérique, qui mesuraient jusqu'à 12 centimètres de circonférence et qui pesaient plus de 50 grammes; plus tard, ce sont de véritables morceaux de glace qui sont tombés.

Le ciel était sillonné de formidables éclairs.

Hockai. — Nombreux grêlons, de 6 à 45 millimètres de diamètre, lors d'un premier orage. Les plus gros sont tombés au début de l'orage.

Un deuxième orage donne aussi, au début, de gros grêlons. L'un d'eux mesurait 48×40 millimètres et pesait environ 35 grammes.

Un troisième orage est aussi accompagné de grêle, mais elle est faible et les grêlons sont de grosseur ordinaire.

Dans le premier orage les grêlons ont été plus abondants que dans les deux autres.

Il n'y a pas eu de coups de foudre et les dégâts causés par la grêle n'ont pas été sensibles (il est vrai qu'il n'y a pas de cultures à Hockai).

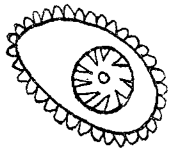
Baraque Michel. — A 20 $^1/_2$ h., chute de grêlons pesant de 100 à 152 grammes. Une vingtaine de tuiles du toit de la maisonnette de l'observateur ont été brisées.

Hestreux. — A 19^h50^m il tombe des grêlons dont plusieurs mesurent 23 centimètres de circonférence. Cette grêle dure dix minutes.

A 50 mètres de la route de Hestreux à Eupen, un pin sylvestre de 15 mètres de hauteur est foudroyé. Ce pin se trouvait dans un massif d'arbres de la même essence, situé sur un plateau.

Sart-lez-Spa. — Un premier orage donne quelques grêlons. Un second est accompagné d'une chute abondante de grêle. Les grêlons sont gros comme des noisettes et beaucoup comme des œufs de pigeon. On en a ramassé un qui pesait 120 grammes.

Spa. — La chute de grêle a été terrible à Spa. Les grêlons n'avaient pas tous la même dimension : celle-ci variait depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à la grosseur d'un œuf de poule. Parmi les grêlons tombés, on en a ramassé qui avaient la forme de lentilles et qui pesaient plus de 100 grammes, et d'autres dont le diamètre atteignait jusqu'à 10 centimètres. Un grêlon de 320 grammes a été ramassé rue Delhasse. Les jardins sont ravagés et les récoltes hachées.



C'est par plusieurs milliers qu'il faut évaluer le nombre des vitres brisées. Pas une vérandah, serre ou toiture vitrée n'a été épargnée. Pour donner une idée de l'étendue du désastre, disons qu'à la galerie Léopold II plus de 400 vitres ont été brisées presque au même instant; à l'*Hôtel de l'Europe*, 600; au Pouhon, des carreaux de 1 centimètre environ d'épaisseur ont été réduits en miettes; la toiture des hangars élevés au parc pour l'Exposition des sports est totalement détruite; etc., etc.

Cette forte grêle a surtout atteint la ville et son voisinage immédiat. Plus loin, le météore a été sensiblement moins intense

La foudre s'est abattue en divers endroits, brisant plusieurs arbres.

Vers 20 $^1/_2$ h., le courant électrique alimentant l'éclairage public a été subitement interrompu, et toute la ville a été plongée dans l'obscurité.

Les dégâts aux seuls bâtiments communaux s'élèvent à 10 000 francs environ.

Theux. — Grande soirée d'orages. Éclairs de toute espèce, quelques uns embrassant de 80 à 90° du ciel. On en remarquait parfois 10 à 12 par seconde. Tout l'horizon était couvert d'éclairs. L'un d'eux présenta cinq énormes

ramifications, se réunissant en un point. (Voir plus haut, p. 241, le dessin d'éclairs observés à Court-Saint-Étienne.)

A 19 $^3/_4$ h., grêlons de 1 à 1 $^1/_2$ centimètres de diamètre; boules aplaties.

A 20 h., tres forte grêle, de 8 à 10 minutes de durée. Les grêlons avaient la forme de boules aplaties ellipsoïdales, ou de noyaux clairs entourés de neige gelée. Ils avaient de 3 à 3 $^1/_2$ centimètres de diamètre; le plus grand mesurait 4 centimètres et avait une épaisseur de près de 2 centimètres. Plusieurs pesaient jusque 70 grammes.

Deux vaches ont été tuées par la foudre vis-à-vis du collège des Lazaristes, de l'autre côté de la rivière.

Juprelle (province de Liége). — La foudre tombe sur une étable et tue une femme qui y était occupée à traire les vaches. Quatre de ces vaches ont également péri et un ouvrier a été grièvement blessé.

Pendant la nuit suivante, à 1 heure du matin, le fluide est tombé dans une prairie et a foudroyé quatre chevaux.

Clavier. — Orage avec grêlons d'une grosseur extraordinaire. Une demi-heure après on en retrouvait encore ayant le volume d'un œuf de pigeon. La chute de grêle n'a pas duré 5 minutes. Aucun dégât important, toutefois, n'est à signaler.

La trombe de la région virtonnaise.

La trombe semble avoir pris naissance un peu au-delà de la frontière française, vers Aviotte et Thonne-le-long. De là elle s'est avancée, dans une direction sensiblement W.-E., vers Sommethonne (premier village belge), puis vers Beauregard, hameau où elle a brisé, et renversé dans des sens différents, 37 ormes mesurant de 1^{m}50 à 1^{m}60 de circonférence, et arraché, en tout ou en partie, les toitures de presque toutes les maisons; au village de Dampicourt, situé à proximité, un arbre est tombé sur une maison et l'a fendue en deux en écrasant le toit. Les arbres qui bordent la Chavrotte ont été hachés et renversés.

Poursuivant sa marche vers l'est, le terrible météore passa entre Virton-Saint Mard et Virton. Près du pont du chemin de fer de Bertrix à Saint-Mard, trois ou quatre arbres furent renversés, et entre la gare de Saint-Mard (dont les ateliers ont été fortement endommagés) et la ville de Virton, 46 arbres de l'avenue Bouvier furent fracassés et un hangar démoli. Près du cimetière de Virton on constate aussi de sérieux dégâts, aux arbres notamment, mais c'est un peu plus loin, à l'Institut Pierrard, que la trombe exerça des ravages incalculables. Nous donnons plus loin le récit d'un témoin de ces ravages.

De grands dégâts, aux arbres et aux habitations, se produisirent ensuite sur le territoire de la commune de Latour, dans les bois entre Ethe et Gomery

(où des chênes énormes furent tordus), ainsi que dans ce dernier hameau et dans celui de Gévimont. Ici les toitures de plusieurs maisons contiguës furent complètement emportées et lancées au loin. La répartition des débris sur le sol montrait bien le mouvement tourbillonnaire du vent.

Plus à l'est encore, des arbres isolés ou en petits groupes furent aussi abattus par la trombe, mais les plus grands effets du passage de celle-ci s'étaient produits entre la ligne Dampicourt-Beauregard et celle Gomery-Gévimont.

Le météore proprement dit a dû se dissiper à partir de cette dernière ligne, mais la violence du vent est restée très grande jusque Halanzy tout au moins, dont les usines ont été très éprouvées.

On peut estimer à 14 ou 15 kilomètres environ la longueur de la trajectoire suivie par la trombe. Elle a effectué ce trajet en quelques minutes seulement (6 à 7 pensons-nous), car tous les observateurs indiquent 22 $^1/_2$ h. comme l'instant de son passage.

Tout en ayant marché de l'ouest vers l'est, le phénomène parait avoir circulé sur une ligne légèrement courbe, la convexité étant tournée vers le sud.

Peut-être la trombe s'est-elle divisée en certain point, mais on ne saurait l'affirmer. Il y a plutôt lieu de croire que son diamètre a varié suivant la disposition du terrain (ce diamètre n'a pas dépassé 50 mètres à divers endroits, mais il a atteint plusieurs centaines de mètres en d'autres), comme cela arrive assez fréquemment.

Ce diamètre se rétrécissait là où le mouvement de l'air était gêné par quelque obstacle, et dans les vallées la trombe s'épanouissait. Là le courant aérien paraissait rectiligne, comme c'est souvent le cas pour les trombes de diamètre très développé. Dans ce cas, en outre, il doit exister des filets ou des colonnes d'air animés de vitesses plus grandes que celle de l'ensemble du tourbillon (1).

Nous avons enfin fait la remarque que le météore gagnait en violence en dévalant d'un coteau et en arrivant au pied de celui-ci; mais cette circonstance n'est peut-être qu'accidentelle.

Les plus grands dégâts se sont produits un peu à l'ouest de Virton (à Dampicourt et à Beauregard), puis, vers l'est, dans l'étroite région comprise entre le Ton et la Vire.

Au SW. de Virton, entre le château de Rouvroy et Dampicourt, le long du Ton, le vent a arraché beaucoup de peupliers de la route avec plusieurs mètres cubes de terre adhérents aux racines.

---

(1) Voir, à ce sujet, les travaux de Houzeau et de Langley sur la nature du vent, publiés ou analysés dans *Ciel et Terre*.

Nous avons vu à la ferme de Banpont (commune de Latour) un gros noyer que la trombe a incliné vers l'est de 40° environ; les racines du côté de l'ouest soulevèrent de 50 centimètres la partie de terre qui les recouvrait.

Nous terminerons cette note par le récit d'un témoin du désastre de l'Institut Pierrard. Nous l'empruntons aux journaux quotidiens :

« Vous me demandez mes impressions? Je vais tâcher de les exprimer, mais je pense qu'il faut avoir vu pour croire. Regardez plutôt autour de vous, et dites-vous que ces 2 500 mètres carrés de toiture et ces 2000 mètres cubes de maçonnerie ont été démolis en moins de deux minutes. Je m'étais couché vers 9 h. 30 m. Un gros orage grondait sur la forêt de Chiny au nord et sur les bois de France au sud. C'était un vrai scintillement perpétuel d'éclairs dans tous les sens, mais Pierrard était indemne. Petit à petit, l'orage se rapprocha pourtant. Je ne dormais pas, la chaleur étant accablante. Le train de 22 h. 23 m. venait de passer depuis deux minutes, fort heureusement pour les voyageurs. J'entends le vent qui siffle à travers ma fenêtre et ma porte d'une façon inquiétante. Je me figure aussitôt avoir laissé ouverte la fenêtre de la chambre voisine et me lève pour la fermer. Tout était en ordre et le sifflement augmentait toujours. Il y avait quinze secondes que j'avais remarqué ce bruit extraordinaire, quand devant moi toutes les vitres se cassent avec fracas. Un roulement indéfinissable et épouvantable se fait entendre. Des planches, des ardoises, de la chaux, etc., pénètrent dans ma chambre par les croisées. Au-dessus de moi, en dessous de moi tout danse. Un vacarme, dont rien ne peut donner l'idée, dure pendant deux minutes, peut-être pendant une demi-minute; j'avais perdu conscience du temps. Enfin le vent tombe, je puis sortir.

« Spectacle inoubliable, lamentable! Nous n'avons plus de jardin, plus d'arbres, plus d'ateliers, plus de chapelle. Des poutres, des ardoises, des planches, des tuiles, du zinc, couvrent le sol. Nous nous apercevons d'abord qu'un tas de plusieurs mètres cubes de bois de charpente est venu frapper la façade de la maison d'habitation. C'est une partie de la charpente des ateliers. Elle a été transportée à 60 mètres et à une hauteur de 8 mètres. Tout à l'heure, nous retrouverons au dortoir des cheminées de forges et plus tard on découvrira dans les campagnes, à 300 mètres des ateliers, de gros madriers de sapin. Le zinc a été enlevé jusqu'à Belmont, à 2 kilomètres de Pierrard. Les ateliers sont démolis jusqu'au pied. Il n'en reste presque rien. Leur outillage si parfait est broyé sous les murs. La ferme et le magasin des ateliers ne sont pas renversés, mais des 750 mètres carrés de toiture il n'en reste pas 50.

« Les grands arbres qui faisaient le charme de Pierrard, la grande allée de sapins, les arbres fruitiers sont presque tous brisés à 2 mètres du sol.

« Les dégâts se montent à 125000 francs.

« A 100 mètres plus haut et à 100 mètres plus bas que l'école, aucun désastre. L'établissement s'est trouvé exactement dans l'axe du cyclone. »

Ce récit est loin d'être exagéré, car la plume est impuissante à faire saisir l'étendue et l'aspect de pareil désastre. Nous avons pu le contempler quelques jours après, le 17 juin, comme nous avons pu d'ailleurs, à deux reprises, faire personnellement sur place les diverses constatations exposées ci-dessus au sujet des ravages occasionnés par la trombe.

La toiture des ateliers de l'Institut Pierrard a été arrachée, puis soulevée par le météore; elle est retombée ensuite sur place, en écrasant tout le bâtiment. La chapelle a aussi été complètement démolie.

A. LANCASTER.

NOTE.

RAPPORT ENTRE L'EAU TOMBÉE ET LE DÉBIT DES RIVIÈRES. — Cette question a été traitée par le Dr W. Ule dans un article paru l'année dernière dans le « Journal de la Société de géographie de Berlin », 1903, n° 4 (*Die Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluss in Mittel-Europa*). Cet article contient l'étude hydrographique d'une série de fleuves et rivières de l'Allemagne, tels l'Elbe, le Main, le Traun, l'Ems et plus particulièrement la Saale. Ule conclut de ses recherches qu'au point de vue hydrographique l'année peut être divisée en deux semestres nettement distincts, savoir : mai à octobre et novembre à avril. La relation entre la recette (quantité d'eau météorique tombée dans le bassin) et le débit serait donnée approximativement pour ces deux périodes semestrielles par les équations suivantes, déduites de l'étude analytique des courbes de recette et de dépense :

Mai-octobre : $y = 12.09x - 0.78x^2 + 0.47x^3$

Novembre-avril : $y = 35.33x + 5,17x^2 - 0.17x^3$

et dans lesquelles y représente la hauteur en millimètres de l'eau écoulée et x les centaines de millimètres d'eau reçue par le bassin.

Ajoutons toutefois que l'exactitude de ces formules vient d'être contestée par Halbfas, qui prétend que, purement apodictiques, elles ne sont pas applicables à tous les cours d'eau de l'Europe centrale. (Voir à ce sujet : *Petermanns Mitteilungen*, 1904, n° 4.)

Les fortes chaleurs et la sécheresse de juillet 1904.

Pour celui qui connaît quelque peu l'histoire météorologique du pays, c'est toujours avec surprise qu'il constate combien la mémoire du public est courte lorsqu'il s'agit des événements remarquables de cette histoire, même lorsque ces événements sont assez rapprochés. Cela est surtout vrai dans tout ce qui touche aux températures : froids intenses ou chaleurs excessives.

Cette même mémoire s'est trouvée en défaut à propos des chaleurs de juillet dernier, qui ont été considérées par d'aucuns comme n'ayant pas eu de précédent depuis un temps fort lointain : depuis 1811 d'après certains journaux. Or, *il y a quatre ans,* en juillet 1900, on a observé des températures aussi élevées que celles de juillet 1904, et dans les soixante-dix dernières années, bien des fois on a eu à enregistrer des chaleurs non moins accentuées que celles dont nous allons nous occuper.

La température moyenne de juillet dernier s'élève à 19°9 (normale = 17°6). Or, depuis 1833, les mois qui ont atteint ou dépassé une moyenne de 19°5 sont [1] :

Juillet 1834. . . .	20°3	Juillet 1859. . . .	20°7
Août 1842 . . .	20,4	Juillet 1868. . . .	19,7
Août 1846	19,5	Juillet 1881. . . .	19,5
Juillet 1852. . . .	21,0	Août 1898	19,6
Août 1857	20,1	Juillet 1900. . . .	19,7
Juin 1858	20,1	Juillet 1901. . . .	19,6

La température moyenne de juillet 1904 a donc été dépassée *six fois* depuis 1833 : une fois en juin, trois fois en juillet, deux fois en août.

(1) Toutes les moyennes de température se rapportant à Bruxelles (1833 à 1890) ont été corrigées pour les ramener à la situation d'Uccle. Toutes les moyennes citées dans cet article sont donc, par ce fait, comparables entre elles.

Pour la détermination des moyennes ci-dessus, les températures minima diurnes ont intervenu. Si l'on ne considère que les maxima diurnes, on note comme ayant eu leur maximum moyen égal ou supérieur à 26°7 (valeur de 1904), les mois suivants :

Août 1842	27°3
Juillet 1852	27,6

Le maximum thermométrique absolu de juillet 1904 a atteint 33°7 (le 15). Or, à maintes reprises ce point de l'échelle a été dépassé :

le 5 juillet 1846 . .	33°9	le 18 août 1892. . .	35°3
le 1er août 1846 . .	34,2	le 8 juillet 1893 . .	33,9
le 4 août 1857 . . .	34,6	le 18 août 1893. . .	34,5
le 15 juin 1858. . .	34,7	le 22 août 1898. . .	33,9
le 19 juillet 1881 . .	35,2	le 20 juillet 1900 . .	33,8

D'après ce qui précède, nous voyons donc que juillet 1904 est loin d'occuper le premier rang parmi les mois exceptionnellement chauds de la période 1833-1904. Toutefois, si l'on compare entre elles, non plus les moyennes thermiques d'un mois entier, mais celles des parties de mois marquées par les chaleurs les plus fortes, on note que trois mois seulement : juillet 1900, juillet 1852 et août 1842 peuvent rivaliser avec juillet dernier.

Les tableaux ci-après permettent la comparaison entre ces quatre mois :

TEMPÉRATURE.	JUILLET			AOÛT
	1904.	1900.	1852.	1842.
Moyenne du mois	19°9	19°7	21°0	20°4
Maximum moyen	26,7	25,9	27,6	27,3
Minimum moyen	13,0	13,6	14,4	13,8
Maximum absolu . . .	33,7	33,8	32,9	32,6
Jours de 25° ou plus . . .	23	19	22	25
Jours de 30° ou plus . . .	7	8	12	8
Jours consécutifs avec . . . 25° ou plus	20	19	19	16
Jours consécutifs avec . . . 30° ou plus	4	3	9	2

PÉRIODES.	Maximum moyen.	Minimum moyen.	Moyenne.
7 au 26 juillet 1904	28°6	13°5	21°0
11 au 29 juillet 1900	29,5	15,5	22,5
4 au 22 juillet 1852	29,8	15,6	22,7
3 au 28 août 1842.	28,2	14,1	21,1

Maximum et minimum de chaque jour.

DATES.	JUILLET						AOÛT	
	1904.		1900.		1852.		1842.	
	Max.	Min.	Max	Min.	Max	Min.	Max.	Min.
3. . .	—	—	—	—	—	—	25°3	13°7
4. . .	—	—	—	—	26°7	14°3	27,5	15,6
5. . .	—	—	—	—	31,1	16,0	30,0	15,0
6. . .	—	—	—	—	32,2	16,9	27,5	17,0
7. . .	25°6	11°5	—	—	30,6	14,6	26,0	15,2
8. . .	25,9	11,9	—	—	28,3	14,4	25,0	15,6
9. . .	26,5	12,6	—	—	29,7	16,7	25,7	14,2
10. . .	27,5	12,6	—	—	32,0	18,3	29,9	18,6
11. . .	26,6	11,2	25°6	12°4	31,3	17,7	31,6	16,6
12. . .	27,1	12,2	26,3	11,8	32,0	18,7	(24,2)	11,2
13. . .	30,0	15,9	28,4	16,0	32,0	17,8	25,2	12,2
14. . .	27,9	13,2	28,9	14,6	31,5	16,6	26,9	12,8
15. . .	32,1	17,8	28,0	14,7	30,1	18,2	29,3	13,6
16. . .	33,7	19,2	31,6	17,4	32,2	18,6	30,2	13,9
17. . .	31,1	16,1	33,3	18,0	33,0	22,3	31,2	17,6
18. . .	32,8	15,3	26,5	13,0	32,6	17,6	29,3	15,1
19. . .	26,4	9,9	30,8	15,3	25,4	14,5	32,6	18,8
20. . .	25,6	9,4	33,2	18,0	26,3	17,5	30,8	17,7
21. . .	28,2	11,4	33,8	17,3	28,6	17,5	25 0	13,3
22. . .	26,0	11,4	29,5	14,0	25,2	14,6	28,8	13,9
23. . .	28 9	13,8	25,9	15,9	—	—	30,3	15,1
24 . .	30,4	14,7	27,6	13,5	—	—	29,1	14,7
25. . .	30,7	15,6	30,6	17,8	—	—	31,6	17,6
26. . .	28,9	14,2	32,8	18,7	—	—	29,2	16,4
27. . .	—	—	27,9	13,2	—	—	25,6	16,3
28. . .	—	—	29,3	16,2	—	—	25,6	16,3
29. . .	—	—	30,0	15,9	—	—	—	—

N. B. — Les maxima et minima du tableau ci-dessus ont été relevés de midi à midi et inscrits à la date de l'observation.

On n'a considéré que les périodes dont tous les jours ont eu leur maximum égal ou supérieur à 25°. Il n'y a d'exception que pour août 1842, qui a présenté, le 12, un maximum un peu inférieur à 25°.

Au moyen de ces tableaux et des données contenues dans le présent article, nous pouvons établir comme suit la situation thermique de juillet 1904 :

6e rang au point de vue de la température moyenne du mois tout entier;
3e rang au point de vue du maximum moyen mensuel;
11e rang au point de vue du maximum thermométrique absolu;
2e rang au point de vue du nombre des jours à maximum de 25° au moins ;
4e rang au point de vue du nombre des jours à maximum de 30° au moins;
1er rang au point de vue de la plus longue période de jours successifs avec 25° au moins;
3e rang au point de vue de la plus longue période de jours successifs avec 30° au moins (voir ci-dessous).

Pour les parties de mois les plus chaudes, comprenant : 20 jours en 1904 (7 au 26 juillet), 19 jours en 1900 (11 au 29 juillet), 19 jours en 1852 (4 au 22 juillet) et 26 jours en 1842 (3 au 28 août), 1904 occupe le dernier rang, 1852 le premier, 1900 le second, et 1842 le troisième.

Août 1898 peut aussi entrer en parallèle avec les mois dont nous venons de parler, mais il n'eut de chaleurs remarquables que du 12 au 22 seulement. La moyenne des maxima de cette période s'élève à 29°1, et quatre jours successifs (du 13 au 16) virent le thermomètre monter à 30° ou davantage. Le mois entier compta quinze jours avec maximum diurne de 25° au moins, et six jours avec maximum de 30° au moins.

Comme l'indique le tableau de la page 250, juillet 1904 a eu également quatre jours successifs avec 30° ou plus. Depuis 1833, il n'y a à citer, sous le rapport de la continuité de pareilles chaleurs, que deux cas plus remarquables que ceux d'août 1898 et de juillet dernier : ce sont ceux de juillet 1872 (période de cinq jours) et de juillet 1852 (période de neuf jours).

Au point de vue de l'action des hautes températures sur l'organisme, c'est évidemment leur continuité qui intéresse surtout. Trois jours *successifs* à 30° ou davantage auront à tous égards plus d'effet que trois jours *isolés* au cours d'une période d'un mois par exemple.

Pour chacun des mois qui composent l'été, le nombre maximum de fois où le mercure a atteint 30° l'après-midi est :

En juin, de	7 (1858).
En juillet, de. . . .	12 (1852).
En août, de	8 (1842).

Pour l'été tout entier, le nombre maximum est de 12 (en 1842 et en 1852). En 1846 et en 1858, on nota 10 jours.

C'est juillet 1852 qui détient le *record* (pour nous servir d'une expression devenue courante) des chaleurs extraordinaires observées en Belgique.

Ce mois fut vraiment remarquable : sa moyenne thermique générale, aussi bien que la moyenne de sa partie la plus exceptionnellement chaude, sont les plus hautes qui aient été constatées depuis la fondation de l'Observatoire, en 1833 (1).

Juillet 1852 présente encore cette particularité, d'avoir fourni comme *minimum* de la nuit du 16 au 17 une température de 22°3 : c'est le minimum le plus élevé qui se soit jamais produit à Bruxelles.

En juillet 1904, le plus haut minimum a été de 19°2, dans la nuit du 15 au 16; en juillet 1900, il fut de 18°7, dans la nuit du 25 au 26; en août 1842, de 18°8, dans la nuit du 18 au 19.

Dans notre *Revue climatologique* habituelle que contiendra le numéro prochain de *Ciel et Terre*, nous examinerons quelles conditions atmosphériques générales ont amené les

---

(1) Si l'on considère des périodes plus longues qu'un mois, on trouve que les maxima de chaleur se sont présentés aux époques suivantes : pour une période de deux mois, en juillet-août 1834, avec une moyenne de 19°8 (normale = 17°4); les mêmes mois de 1857 et de 1859 viennent ensuite, avec 19°7 comme moyenne.

L'été le plus chaud (juin, juillet et août) a été celui de 1859 : sa moyenne s'élève à 19°1 (normale = 17°0); puis viennent les étés de 1834, 1846 et 1857.

Les mois de mai à septembre sont normalement les plus chauds de l'année, et chacun d'eux peut offrir des températures excessives. La période de ces cinq mois la plus chaude depuis 1833 a été celle de 1834, dont la moyenne atteignit 17°8 (normale = 15°6); l'année 1868 suit de près, avec 17°6.

chaleurs remarquables de juillet 1904, et nous établirons les caractéristiques thermiques du même mois pour un certain nombre de stations de notre réseau météorologique.

Disons quelques mots pour finir de la sécheresse intense qui a accompagné les fortes températures du mois dernier.

Depuis avril les précipitations avaient été rares. A Uccle, avril n'avait reçu que 15^{mm} d'eau, ou 32.6 p. c. seulement de la hauteur normale; mai, que 41^{mm} (ou 73.2 p. c.); juin, que 40^{mm} (ou 61.5 p. c.).

Du 27 juin à 6 heures du matin, au 24 juillet à 8 h. du soir, le pluviomètre n'a enregistré que $1^{mm}6$: $0^{mm}2$ le 1er juillet, $0^{mm}2$ le 2 et $1^{mm}2$ le 3.

Du 1er avril au 24 juillet il n'est donc tombé que 98^{mm} de pluie ou 43.8 p. c. de la quantité normale.

Des sécheresses comme celle du 27 juin au 24 juillet sont très rares au milieu de l'année. On sait que c'est surtout au printemps que sévissent ces événements calamiteux (1).

Pour la période estivale, nous n'avons à signaler en fait de sécheresses comparables à celle qui vient de finir, que les suivantes :

ANNÉES.	PERIODES.	Nombre de jours.	Eau tombée.	REMARQUES.
			mm	
1835	Du 15 juillet au 27 août.	24	0,0	Pas une goutte de pluie.
1836	Du 27 juin au 15 juillet.	19	0,0	Gouttes le 1er juill.
1837	Du 20 juin au 15 juillet.	26	0,0	Pas une goutte de pluie.
1852	Du 30 juin au 15 juillet.	16	0,0	Id.
1858	Du 14 juin au 1er juillet	18	0,1	Le 17 juin.
1859	Du 1er au 18 juillet .	18	0,0	Pas une goutte de pluie.
1863	Du 30 juin au 18 juillet	19	0,0	Gouttes à quelques reprises.
1869	Du 26 juin au 23 juillet	28	0,0	Gouttes les 7, 15 et 17 juillet.
1885	Du 1er juillet au 2 août.	33	2,3	0,5 le 2 juillet, et 1,8 le 20.
1887	Du 4 juin au 8 juillet. .	35	0,1	Le 29 juin.
1901	Du 2 au 20 juillet. . .	19	2,3	Le 13.

(1) Voir la 14e année de *Ciel et Terre*, p. 131.

On remarquera que la sécheresse de l'été de 1869 est identique à celle de 1904. Toutes deux ont eu lieu exactement à la même époque et ont eu la même durée; toutes deux, enfin, ont été privées d'eau d'une manière pour ainsi dire absolue.

A. LANCASTER.

Le phénomène de dessèchement dans l'ancien monde.

Nous avons déjà sommairement traité ce sujet dans *Ciel et Terre*, il y a quelques mois (n° du 16 avril, p. 93). Mais l'importance de la question mérite qu'on s'y arrête plus longuement, d'autant plus que de nouvelles observations viennent montrer que le phénomène de dessèchement sur lequel le prince Kropotkine a particulièrement attiré l'attention, n'est pas limité à l'Asie seulement, mais qu'il s'étend jusqu'à l'Europe et qu'il atteint même le continent africain.

A propos de ce continent, nous signalerons un article paru récemment dans les *Petermann's Mitteilungen* (1903, n° 10), duquel il résulte que des changements importants auraient été constatés dans le climat du centre de l'Afrique. La célèbre revue géographique de Gotha annonce, en effet, que le lac Shirwa, au SE. du lac Nyassa, a entièrement disparu. Le dessèchement a duré plusieurs années, mais les dernières phases du phénomène ont été très courtes. Le lac était représenté sur les cartes comme une nappe d'eau de forme ovale, de 30 milles de long (48 kilomètres environ) et de 10 à 15 milles de large (16 à 24 kilomètres); actuellement, il n'en reste qu'un certain nombre de petits étangs. Il fut découvert par Livingstone en 1859. Le lac Ngami, découvert par le même, a également disparu depuis lors. Ces changements semblent être des manifestations d'un

desséchement graduel de l'Afrique centrale, mais ils devraient être étudiés de plus près avant que l'on puisse tirer des conclusions précises.

***

Le desséchement sensible et continu de la région s'étendant au nord de l'Europe et de l'Asie, ainsi que de la partie centrale, la plus élevée, de cette dernière, constitue un des phénomènes caractéristiques de la période ou du stade géologique que nous traversons.

Ce phénomène, que nous voyons en quelque sorte s'accomplir sous nos yeux, préoccupe vivement les géologues et fait l'objet d'études et d'observations de la part des spécialistes les plus éminents, parmi lesquels se distingue tout particulièrement le prince Kropotkine, explorateur des susdits territoires. C'est à un exposé de ce savant, qui a eu du retentissement dans le monde scientifique et qui a été fait récemment à la Société royale de géographie de Londres, que nous empruntons, d'après le *Geographical Journal*, les éléments essentiels du présent article.

Les plus récentes explorations dans l'Asie centrale ont fourni de nouvelles et nombreuses preuves de ce fait que toute cette vaste région est actuellement, et cela dure depuis les commencements des temps historiques, en voie de desséchement. D'année en année l'on voit les déserts s'étendre, et ce n'est guère que dans le voisinage des montagnes, aux sommets desquelles les vapeurs se condensent, que sont possibles, l'irrigation aidant, l'agriculture et la vie.

Les indices et traces de ce phénomène abondent partout en Asie centrale. Non seulement au pied des montagnes qui entourent le Turkestan oriental, mais encore au cœur même du désert de Takla-Makan, toujours si effroyablement sablonneux, les explorateurs — entre autres et surtout Sven Hedin — ont découvert les ruines de cités

prospères et de monastères, ainsi que les vestiges de champs irrigués; cela au milieu de déserts arides, où la vie est actuellement impossible. Et plus vers l'est, toutes les observations faites dans le bassin du Lob-Nor tendent à démontrer que, à une époque pas trop éloignée de la nôtre, l'entièreté de la dépression triangulaire comprise entre Tarim, à l'ouest, le lit desséché de la rivière Concha, au nord, et la rive méridionale du lac Kara-Koshun-Kul, au sud, et qui aujourd'hui forme un redoutable désert, était occupée par un immense lac, le Lob-Nor, qui, à une époque subséquente dont font mention les historiens chinois, s'est fractionné en plusieurs lacs moindres, dont le Kara-Koshun-Kul est le dernier survivant.

La région au sud du Tian-Shan oriental, y compris la dépression de Lukchun, et, plus loin, les plaines de Jungarie, ont compté des cités et des villages populeux. Il en est de même de grandes étendues du Gobi et, en fait, de la plus grande portion de la terrasse inférieure du haut plateau de l'Asie orientale.

Il semble acquis que dans l'âge historique même le Turkestan oriental et la Mongolie centrale n'ont pas toujours été le désert qu'ils sont aujourd'hui, et qu'ils ont connu une population considérable, avancée en civilisation. Il est à présumer, d'après Kropotkine, — ici d'aucuns trouvent forcée cette explication simpliste et exclusive de la grande migration des peuplades d'Asie, qui a dû avoir des mobiles multiples et complexes — que le rapide dessèchement de ces régions a obligé leurs occupants à se porter vers la Jungarie et vers les terres basses du Balkasch et de l'Obi, et, poussant devant eux les anciens habitants de ces territoires, à provoquer ainsi les fameuses migrations d'Asie et invasions en Europe qui marquèrent les premiers siècles de notre ère.

Dans la portion occidentale de l'Asie centrale le lac Aral et la mer Caspienne ne sont que des restes de l'im-

mense mer qui a dû occuper naguère l'emplacement actuel des déserts turcomans. Les indications des anciens géographes grecs et arabes (rassemblées par le professeur Oscar Lenz pour la Société russe de géographie) ne laissent subsister aucun doute quant à ce fait qu'il y a deux mille ans, et plus peut-être, l'Amou-Daria se déversait dans la Caspienne. Mais l'on peut considérer aussi comme établi par les explorateurs russes de la région transcaspienne que ce n'était pas précisément l'Amou qui portait ses eaux si loin vers l'ouest qu'elles allaient se perdre dans la mer Caspienne actuelle, mais que bien plutôt la Caspienne s'étendait si loin vers l'est qu'elle se confondait avec ce qui constitue aujourd'hui le lac Aral, allant au nord jusqu'à Perovsk (65°30′ longitude E.) et recevant au sud l'Oxus vers le 60e degré de longitude Est.

Le phénomène de desséchement récent ne se trouve nullement circonscrit à l'Asie centrale proprement dite, c'est-à-dire à la région sans dégagement vers l'océan. Nous en trouvons une preuve frappante dans le sud de la Sibérie occidentale, où s'accomplit le desséchement d'un groupe de grands lacs : Chany, Abyschkan et Sumy-Chebakly, dont le volume d'eau se trouve considérablement réduit. Il existe des descriptions et des plans de ces lacs, datant de 1786, de 1813-1824, de 1850-1860 et de 1880; N. Yadrintseff a publié ces documents. Il en résulte d'une façon saisissante que le lac Chany a été notablement réduit au cours du dernier siècle écoulé, et qu'il ne tardera guère à faire place à deux lacs, et que de 1850 à 1880 les lacs Sumy, Moloki et Abyshkan se sont trouvés réduits à quelques étangs. Une douzaine de villages se sont élevés sur les rives du lac Chany, sur un territoire qui se trouvait submergé au commencement du XIXe siècle, et l'on compte actuellement huit villages sur ce qui alors était le fond des lacs Moloki et Abyshkan. Il est vrai que, d'après des informations récentes, les lacs de ce groupe auraient quelque peu rega-

gné en étendue, sans atteindre toutefois (et cela ne se présentera vraisemblablement jamais) leurs dimensions de la fin du XVIIIe siècle. Un fait analogue a été constaté en ce qui concerne le lac Aral, dont le niveau a haussé de plus d'un mètre depuis une douzaine d'années (exceptionnellement pluvieuses) et dont les eaux ont empli à nouveau partiellement la baie d'Aibughir.

Le phénomène de dessèchement que nous enregistrons ici n'est pas seulement limité à l'Asie. Des constatations nombreuses prouvent que dans la Russie d'Europe, aussi, d'immenses étendues de territoire, jadis couvertes de lacs et de marais, se trouvent aujourd'hui à sec. C'est ainsi que lors de l'invasion de la Russie par les Mongols en 1238, ceux-ci ne purent atteindre Novgorod avec leurs chevaux, cette ville étant entourée de marais inaccessibles, qu'il n'était possible de franchir qu'en hiver. La hausse de 5 mètres en moyenne du niveau des terres, durant les siècles qui ont passé depuis l'invasion mongole, et les progrès du drainage, opéré naguère uniquement par la voie naturelle des rivières, ont ainsi asséché dans de considérables proportions les marais dans les districts des lacs de Novgorod.

Et il en est de même pour toute la Russie septentrionale. Tous les documents historiques établissent, en effet, qu'il y a sept ou huit siècles la Russie du Nord et du Centre comptaient un nombre de lacs et de marécages incomparablement plus considérables que de nos jours.

Le dessèchement progressif des marais, lacs et rivières dans le centre et dans le sud-est de la Russie d'Europe se trouve mentionné partout au cours des XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles. On attribuait le fait à la destruction des forêts. Mais sans dénier que le déboisement exerce une certaine influence, notamment en diminuant l'humidité retenue dans le sol après le dégel et la fonte des neiges, le prince Kropotkine se rallie aux conclusions de Boguslavsky au

sujet du Volga : il rappelle que ce savant a prouvé à l'aide d'évaluations pluviométriques que le déboisement, pourtant si formidable, opéré en Russie depuis deux cents ans, ne peut en aucune façon expliquer à lui seul la diminution considérable, constatée au cours du XIXe siècle, de la quantité d'eau s'écoulant annuellement par le Volga.

* * *

A ceux qui, rappelant les fluctuations et oscillations de la nature, qui se complaît à rétablir perpétuellement l'équilibre dans tous les domaines, se demandent si, en vertu de cette sorte de loi, les régions devenues désertes durant notre ère historique ne se retrouveront pas quelque jour fertiles et florissantes, Kropotkine répond que le travail de desséchement signalé par lui et confirmé par les documents historiques ne constitue qu'une des phases du phénomène de desséchement qui s'accomplit (et se poursuit toujours) dans tout l'hémisphère nord. Nous nous trouvons en présence non d'un phénomène physico-géographique temporaire et moderne, mais d'un fait purement *géologique,* lequel est la résultante nécessaire et fatale de l'époque géologique — la période glaciaire — qui a précédé la nôtre.

Les recherches géologiques des cinquante dernières années ont établi que, pendant l'âge glaciaire, des portions considérables de l'Europe et de l'Asie étaient recouvertes d'une puissante couche de glace. Pour l'Europe, la limite sud de cette couche a été fixée approximativement par les géologues au 50e degré de latitude, avec des avancées le long des vallées du Dniéper et du Don, dans la direction sud-est, jusque vers les 47-48es degrés de latitude. Le plateau central de France et les Vosges étaient également sous une épaisse couche de glace; il en est de même de la partie septentrionale de la chaîne des Ourals, des monts Tian-Shan et Altaï, voire d'une partie notable de ce que l'on

dénomme le grand plateau de l'Asie orientale, ainsi que de la région au nord et au nord-est du lac Baïkal, etc. Et les connaissances actuelles permettent de présumer, d'après de très solides fondements, que même des surfaces très étendues du Thibet, situées aujourd'hui à des altitudes variant de 3 000 à 5 000 mètres, se trouvaient également ensevelies sous la glace, et que les régions moins hautes du Turkestan oriental et de la Mongolie étaient occupées par d'immenses lacs intérieurs, recevant et gardant les eaux de drainage des glaciers géants des chaînes d'alentour et du haut plateau, avant que ces eaux ne trouvassent leur voie vers des niveaux inférieurs par les gorges sud-est du Thibet.

Quoi qu'il en soit, et pour demeurer dans le domaine des *certitudes* (c'est Kropotkine qui parle), nous pouvons dire que, à l'exception des terres basses de la Sibérie, qui étaient des golfes de l'océan Arctique, presque la totalité de l'Europe et de l'Asie, au nord du 50e parallèle, et une portion notable des terres hautes au sud de cette ligne, se trouvaient ensevelies sous les glaces.

Il est également certain qu'à la fin de la période glaciaire, immédiatement après la retraite des glaces, des parties de l'Europe (toutes celles ayant actuellement moins de 90 mètres d'altitude) et de l'Asie étaient sous-marines. Le golfe de Finlande allait jusqu'au lac Ladoga et n'était séparé que par une étroite langue de terre de l'océan Arctique, qui s'avançait jusqu'à la Vychegda et la Petchora supérieure. Dans la Sibérie occidentale, un large golfe de l'océan Arctique pénétrait à peu près jusqu'à la ligne marquée actuellement par le railway transsibérien (50° Nord), et la présence dans les terres arctiques de fossiles identiques aux mollusques vivant encore aujourd'hui dans la Caspienne, atteste que pendant la période post-glaciaire la Caspienne s'étendait à l'est jusqu'à comprendre le lac Aral et une portion considérable de ce qui constitue présentement le territoire transcaspien. Elle couvrait également les steppes du Volga

inférieur, et un golfe de cette vaste mer s'avançait au nord jusqu'à Kazan et à l'affluent du Volga, la Kama.

Lorsque la couche de glace couvrant l'Est-Asie commença à s'amollir et à fondre, d'immenses quantités d'eau ont dû s'écouler vers le sud, y occasionnant en été de périodiques inondations, lesquelles, couvrant le sol d'un fin limon, donnèrent origine d'abord à des « tundras », à des prairies ensuite, ou à des « urmans » ou forêts marécageuses, dissimulant d'innombrables lacs et étangs, et telles que l'on en trouve encore dans la Sibérie occidentale. Et quant au sol même que la glace avait recouverte, d'immenses lacs s'y formèrent, servant de réservoirs aux eaux à écouler vers l'océan. C'est la période post-glaciaire, dite « des grands lacs ».

Les géologues américains ont essayé de déterminer les rives des grands lacs de cette époque, et notamment du lac Agassiz, aujourd'hui disparu. Les lacs de la Finlande n'ont dû former alors qu'un seul vaste lac semé d'îles, et dans le nord de la Russie, dans la région de l'Onéga, dans le plateau du Valdaï, dans les tundras du Mezen, dans le pays du Petchora, dans l'Olonetz, dans les terres marécageuses du Pripet et de la Bérézina, dans le bassin du Volga supérieur, sur la Vetluga et sur la Kama inférieure, etc., l'on trouve de petits lacs sans nombre, et chacun de ceux-ci indique par ses rivages bas et marécageux qu'il ne constitue qu'une des parties les plus profondes d'un vaste lac récent.

L'exemple de bien d'autres régions est tout aussi probant, notamment la Sibérie, et plus particulièrement la région des « urmans », le territoire compris entre cette région et le bassin Aral-Balkash, et le plateau de Vitim, parsemés d'une infinité de petits lacs.

Et dans l'Asie centrale aussi l'on rencontre des régions révélant des traces bien distinctes de l'existence d'immenses lacs, telles : la région des lacs du Thibet, dans la

province de Khor, les grands marais de Tsaidam, la dépression de Lob-Nor, ainsi que les deux fonds du Turkestan chinois longeant le Altyn-Tagh et le Ektagh-Altaï ; etc...

Si l'on considère que les cours d'eau déversés par les lacs creusent toujours davantage leur lit, que les travaux de drainage asséchant les alentours se sont perfectionnés et développés sans cesse, et que les côtes septentrionales de l'Europe et de la Sibérie se sont surélevées dans la mesure de 30 centimètres à 1 mètre par siècle, l'on est fixé au sujet du desséchement graduel et progressif, sûr et rapide, de la totalité des vastes territoires dont nous avons parlé spécialement dans le présent article. On a vu non seulement la surface des lacs diminuer, mais ceux-ci se resserrer en quelque sorte (exemple : les lacs de la Finlande), de manière à ce qu'à la longue il n'y a plus qu'un fleuve ou une rivière là où se trouvait un chapelet de lacs. Chaque inondation, au printemps ou à la saison des pluies, marque sur la précédente une conquête sur le domaine de l'eau, et les prés et les bois couvrent de plus en plus le sol baigné ci-devant par les eaux des lacs.

Les vallées de l'Irkut, du Barguzin, de la Muya, de la Djida, etc., sont autant de lacs desséchés.

Il est indéniable — l'étude comparative des cartes topographiques et géologiques en donne au surplus l'évidente impression — qu'un phénomène de graduel desséchement transforme d'une façon continue les lacs en marais et ceux-ci en prairies inondées plus ou moins périodiquement.

Nous traversons (et c'est là la conclusion du récent travail du prince Kropotkine) une époque *géologique* de desséchement, caractérisée par ce dernier fait, tout comme la période geologique antérieure (glaciaire) a été caractérisée par l'accumulation continue, résultant d'un abaissement de température (lequel devait provenir lui-même, d'après une hypothèse assez en vogue — celle de l'illustre physicien

suédois Arrhenius — d'un excès, dans l'atmosphère, d'acide carbonique produit par de formidables dégagements volcaniques), de matière non évaporée et solidifiée par congélation.

Nous assistons donc à un phénomène *géologique* indépendant de la volonté humaine, et tout en le signalant aux recherches futures du monde savant, nous devons songer aussi aux mesures qui pourraient être prises pour prévenir, tout au moins dans les limites du possible, la sécheresse qui s'annonce pour l'avenir : tels le boisement sur une vaste échelle dans les régions menacées; la multiplication des puits artésiens, qui ont donné les meilleurs résultats dans l'Afrique française; et tous autres moyens que suggéreront la connaissance de plus en plus parfaite du péril et les recherches et les progrès scientifiques de l'avenir.

Mémorandum astronomique.

SEPTEMBRE 1904.

N B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Le Lynx, la Grande Ourse, la Girafe, le Dragon, Céphée, le Cygne, le Dauphin et la Licorne.

De l'Est à l'Ouest : Le Bélier, les Poissons, Andromède, le Cygne, le Lynx, Hercule, la Couronne et la Tête du Serpent.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Persée, Cassiopée, le Cygne, l'Aigle, Ophiuchus et l'Ecu.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : Le Verseau, Pégase, le Cygne, le Dragon, le Bouvier et les Lévriers.

OBJETS CÉLESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er SEPTEMBRE, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Nébuleuse du Petit Renard	19h55m	67°35'	Énorme nébuleuse, dite *UmbellB.*
Amas du Petit Renard .	20. 7	63.51	Grand et riche amas
Étoile rouge du Capricorne	20.10	111.40	Variable, rubis.
Amas du Cygne . .	20.19	49.39	Beau groupe.
— du Capricorne .	20.47	102.58	Faible, 3' diamètre.
Nébuleuse du Verseau.	20.58	101 49	Bleu pâle, planétaire.
Amas de Pégase . . .	21.25	78.21	Globulaire, 5' diamètre.
— du Cygne . . .	21.25	43.24	Grand.
— du Verseau. . .	21 28	91 20	3 1/2' diamètre.
— du Cygne . . .	21.28	42. 4	Splendide amas, 1° diamètre.
— du Capricorne .	21 34	113.41	Amas brillant, d'aspect cométaire.
Étoile rouge du Cygne.	21.39	52.30	Rubis.
— du Verseau . .	21.41	92 44	Très rouge. Couleur et éclat variables.
Amas de Céphée . . .	21.43	24 43	10' diamètre.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	4h21m	4h57m	11h42m32s2	18h28m	19h 3m	47°33'
5	4.28	5. 3	11.41.15,0	18.18	18.53	46. 5
10	4.37	5.11	11.39.53,8	18. 8	18 43	44.13
15	4.45	5.19	11.37.49,1	17.56	18.31	42.18
20	4.52	5.26	11.36. 3,0	17.46	18.20	40.22
25	5. 1	5.35	11.34.18,1	17.34	18. 8	38.25
30	5.10	5.42	11.32.37,3	17.24	17.57	36.28

Le *temps sidéral* à midi moyen est, le 1er, de 10h40m9s8. Son accroissement diurne est de 3m55s5.

L'*automne* commence le 23 septembre, à 11h40m.

Le 9 septembre 1904, éclipse totale de Soleil invisible a Bruxelles.

Commencement de l'éclipse générale, le 9 septembre, à 18h 8m0
par 176°17′ longitude orientale de Greenwich,
par 11° 9′ latitude boréale.
Commencement de l'éclipse centrale, le 9 septembre, à 19h 3m2
par 162°48′ longitude orientale de Greenwich,
par 7°52′ latitude boréale.
L'éclipse centrale à midi vrai, le 9 septembre, à 20h49m6
par 133° 5′ longitude occidentale de Greenwich,
par 4°36′ latitude australe.
Fin de l'éclipse centrale, le 9 septembre, à 22h25m6
par 69°43′ longitude occidentale de Greenwich,
par 26°39′ latitude australe.
Fin de l'éclipse générale, le 9 septembre, à 23h20m8
par 83°10′ longitude occidentale de Greenwich,
par 23°22′ latitude australe.

Cette éclipse sera visible dans le Grand Océan et dans la moitié occidentale de l'Amérique du Sud.

Éphémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	+21°4	+ 7°2	222°0	11	+23°6	+ 7°2	89°9	21	+25°3	+ 7°0	317°9
2	+21.7	+ 7.2	208.8	12	+23.8	+ 7.2	76.7	22	+25.4	+ 7.0	304.7
3	+21.9	+ 7.2	195.6	13	+24.0	+ 7.2	63.5	23	+25.6	+ 6.9	291.5
4	+22.1	+ 7.2	182.3	14	+24.2	+ 7.2	50.3	24	+2 .7	+ 6.9	278.3
5	+22.4	+ 7.2	169.1	15	+24.4	+ 7.1	37.1	25	+25.8	+ 6.8	265.1
6	+22.6	+ 7.2	155.9	16	+24.5	+ 7.1	23.9	26	+25.9	+ 6.8	251.9
7	+22.8	+ 7.2	142.7	17	+24.7	+ 7.1	10.7	27	+26.0	+ 6.8	238.7
8	+23.0	+ 7.2	129.5	18	+24.9	+ 7.1	357.5	28	+26.1	+ 6.7	225.5
9	+23.2	+ 7.2	116.3	19	+25.0	+ 7.1	344.3	29	+26.1	+ 6.7	212.3
10	+23.4	+ 7.2	103.1	20	+25.2	+ 7.0	331.1	30	+26.2	+ 6.6	199.1

La Lune.

D. Q. ☾ le 3, à 2h58m.
N. L. ● le 9, à 20h43m.
P. Q. ☽ le 16, à 15h13m.
P. L. ○ le 21, à 17h50m.

Occultations d'étoiles par la Lune.

2-3 septembre, σ^2 du Taureau (4.8 gr.), immersion à 23h57m, émersion à 0h31m.
29 septembre, γ du Taureau (3.9 gr.), immersion à 21h15m, émersion à 22h 3m.
30 septembre, θ^1 du Taureau (3.9 gr.), immersion à 1h45m, émersion à 3h 3m.
— θ^2 du Taureau (3.6 gr.), immersion à 1h53m, émersion à 3h 1m.
— B. A. C. 1391 (4.9), immersion à 3h 6m, émersion à 4h22m.

Longitude du terminateur de la Lune a minuit, pour chaque jour de septembre 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	+ 6°2 *s*	11	+ 64°2 *m*	21	− 57°8 *m*
2	− 6.0	12	52.0	22	70.0
3	18.2	13	39.8	23	− 82.2 *m*
4	30.4	14	27.6	24	+ 85.6 *s*
5	42.6	15	15 4	25	73.4
6	54.8	16	+ 3.2	26	61.2
7	67.0	17	− 9.0	27	49.0
8	− 79.2 *s*	18	21.2	28	36.8
9	+ 88.6 *m*	19	33.4	29	24.6
10	76.4	20	45.6	30	+ 12.4 *s*

Éclipses des satellites de Jupiter.

Le 3 septembre,	satellite	I,	disparition	à	$2^h21^m4^s$.
— 10 —	—	I,	—	à	4.15.35.
— — —	—	II,	—	à	22.17.16.
— 11 —	—	I,	—	à	22.44. 9.
— 17 —	—	III,	réapparition	à	21.50.50.
— 18 —	—	II,	disparition	à	0.52. 5.
— 19 —	—	I,	—	à	0.38.46.
— 24 —	—	III,	—	à	23.58.12.
— 25 —	—	III,	réapparition	à	1.51.12.
— — —	—	II,	disparition	à	3.26.57.
— 26 —	—	I,	—	à	2.33.29.
— 27 —	—	I,	—	à	21. 2.15.

Les Planètes.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever	Coucher.
Mercure.	1	11^h58^m	− 4° 5′	9″0	0.74	7^h16^m	18^h44^m
	11	11.44	− 2.41	10.4	0.64	6.15	17.57
	21	11.14	+ 3.19	9.4	0.71	4.37	17.17
Vénus .	1	11.39	+ 3.41	10.2	1.65	6.20	19. 2
	11	12.24	− 1.26	10.4	1.61	6.49	18.43
	21	13. 9	− 6.32	10.6	1.58	7.20	18.24
Mars. .	1	8.56	+ 18.31	3.8	2.45	2.16	17.38
	11	9.21	+ 16.44	3 8	2.42	2.12	17.14
	21	9.46	+ 14.47	4.0	2.37	2.10	16.48

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Jupiter .	1	1^h54^m	+ 10° 4'	42"8	4.26	19^h59^m	9^h51^m
	11	1.52	+ 9.50	43.8	4.15	19.18	9. 8
	21	1.48	+ 9.30	44.8	4.06	18.58	8.24
Saturne.	1	21.16	− 17. 9	17.2	8.95	17.41	2.55
	11	21.13	− 17.20	17.0	9.02	17. 0	2.12
	21	21.11	− 17.29	17.8	9.13	16.20	1.30
Uranus .	1	17.42	− 23.36	3.8	18.97	14.49	22.37
	16	17.43	− 23.36	3.8	19.24	13.50	21.38
Neptune.	1	6.33	+ 22.14	»	30.39	23.27	15.41
	16	6.35	+ 22.12	»	30.14	22.30	14.42

Aspect des Planètes.

Mercure est *étoile du soir* jusqu'au 15, date à laquelle elle se trouve en conjonction inférieure avec le Soleil; elle devient ensuite étoile du matin. Le 10, on la verra à 5°18' au sud de la Lune. Le 25, elle sera à son nœud ascendant, et le 30 à son périhélie.

Vénus est *étoile du soir*. Le 10, on la verra à 6°30' au sud de la Lune.

Mars se lève vers 2 heures du matin. Le 7, on la verra à 4°10' au nord de la Lune.

Jupiter est toute la nuit sur l'horizon. Le 26, on la verra à 1°52' au nord de la Lune.

Saturne se couche vers 2 heures du matin. Le 20, on la verra à 4°13' au sud de la Lune.

Uranus se couche vers 10 heures du soir. Le 18, elle sera en quadrature avec le Soleil.

Neptune se lève vers 10 heures du soir.

Les Étoiles filantes.

Le mois de septembre ne présente rien de particulièrement intéressant relativement aux observations d'étoiles filantes. On observera plus particulièrement le 10 du mois et on cherchera surtout des bolides les 1, 9, 15, 16 et 24.

Août, sept., octobre.	Au sud de α du Bélier.	—	Sept.-oct.	AR = 7^h, $\delta = 51°$.	Très rapides.
Sept. 1-23.	AR = 4^h8^m, $\delta = 32°$.	Rapides, à traînées.	Août-sept.	AR = 18^h48^m, $\delta = 42°$	Rapides, brillants et longs.
Sept. 4-22.	AR = 4^h52^m, $\delta = 14°$.	Id.	Sept.-oct.	AR = 19^h28^m, $\delta = 70°$.	Plutôt rapides.
Sept. 21-oct. 2.	AR = 4^h56^m, $\delta = 41°$.	Id.	Septembre 1.	AR = 20^h24^m, $\delta = 54°$.	Rapides, brillants.
Sept.-nov.	AR = 5^h12^m, $\delta = 57°$.	Rapides.	Août-sept.	AR = 23^h4^m, $\delta = 0°$.	Lents, brillants.
Sept. 15-19.	AR = 5^h52^m, $\delta = 18°$.	Très rapides, à traînées.	Sept. 1-15.	AR = 23^h36^m, $\delta = 38°$.	Très rapides.
Sept. 14-26.	AR = 6^h32^m, $\delta = 43°$.	Id.	—	—	—

Éphémérides sismiques et volcaniques.

Nº 15 : Février 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
1	3·. Kischm. Léger.
2	2·50. Pochutla (Oaxaca). Oscillatoire; 20^s.
	Entre 4· et 7·. Jersey. Plusieurs secousses.
3	4·. Obermeuter (Fichtelgebirge). Fort
4	1·3/4. Santa Venerina (Catania). Fort et long.
	18·40. Mexcala (Guerrero) Avec bruit; 15^s.
5	Entre 0·85 et 0·15. Arcevia. Secousse.
	21·25. Costantza (Roumanie). Un seul observateur.
6	4·49 (temps de Sofia). En Roumanie, de l'Olt à la frontière orientale (VI); en Bulgarie : Roustchouk, Varna, Schoumen, Trvno, Silistrie, Toutrakan, Balbounar, etc.; en Hongrie : Kezdi-Vasarhély, Kronstadt; en Russie : Odessa, Kischinew, Tuschin. Epicentre dans le Tutova (Roumanie).
7	11·15. Rilski-Monastir. (II.) 10^s.
8	7·55. Rilski-Monastir. (III.) 5^s.
9	Vogtland et Fichtelgebirge; particulièrement fort à Brand, Freiberg, Eisleben (sept forts chocs).
	1·45. Kronau (haute Carniole).
	14·3. Rosendal (Norvège). (III.)
12	0·37. Rocca di Papa. (I.)
13	11·50. Rocca di Papa. (I.)
15	2 35. Pochutla (Oaxaca). Fort, oscillatoire; 25^s.
	6·50. Omotepec (Oaxaca) Oscillatoire; 4^s.
	23·1/4. Radiceni (IV). Reggio Calabria (IV), Messina (V).
	Nuit du 16. Cholet (VI à VII), les Herbiers (Vendée). Fort.
16	3 1/2. Doupnitza (Bulgarie). Faible; 30^s.
	9·30. Florence. Insensible secousse locale
19	20·10. Kaïa Bouroun (Bourgas). Deux faibles secousses.
20	0·50. Unterferlach (Carinthie). Fort.
	17·3/4. Messine et Palerme. Secousse sensible.

Dates.	Heures.
21	12·50. Tierra Colorada (Guerrero). Tremblement
	13·25. Messine. Très légère secousse.
	Vogtland bavarois et Frankenwald Fort. Neuf secousses consécutives dans le bassin de la Saale.
22	Matin. San-Francisco (Californie).
24	De 8·10 à 8·45. Rocca di Papa. Bruits sismiques ; le premier le plus fort.
	16·53. Magliano dei Marsi (Aquila) et environs. Très forte secousse. Dommages à la caserne des carabiniers et à l'église principale. Quelques maisons devenues inhabitables; on dut dresser des tentes. D'autres secousses plus faibles suivirent, la plus notable le 25, à 1·1/2
25	Grande éruption du Kartala (Grande Comore). Quatre coulées de lave, dont deux atteignirent la mer à l'est par le district d'Orchini. Le Rosso, dans le SE de l'île, lança aussi une coulée. Dégâts importants Qu-lques morts. Troupeaux détruits Grandes détonations et secousses.
	Vogtland, Fichtelgebirge, Frankenwald et haut Main. Tremblement de treize secousses.
	20·. Emilie et Toscane. Secousse sensible.
	22·3/4. Répétition.
26	7·49. Plaisance. Légère secousse.
27	Guayaquil. Deux chocs.
28	Velez-Rubio (Espagne). Deux secousses à 20 minutes d'intervalle.
	2·46. Béja (Tunisie). Tremblement.
	9 11 Ganvin et Ullensvang (Hardanger). (III-IV.)
29	Vogtland et frontière bavaroise. Forts chocs.
	9·40. Modène. Légère secousse.
	17·5 à 17·6. Temeswar, fort; Ungarisch-Weisskirchen et environs, faible
	Zafferana-Etnea Forte secousse.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

Mouvement du Soleil dans l'espace. — En comparant les mouvements des étoiles déterminés au spectroscope, M. Campbell a trouvé les nombres suivants pour la vitesse la plus probable de notre monde solaire à travers l'espace, et pour la position du point vers lequel nous sommes entraînés :

Vitesse par seconde	$19^{km}59$	$\pm 1^{km}52$
Ascencion droite	$277°30'$	$\pm 4°,8$
Déclinaison.	$+ 19°58'$	$\pm 5°,9$

Ainsi tout notre système planétaire serait animé d'une vitesse de translation de 20 kilomètres par seconde, ce qui fait 72000 kilomètres à l'heure, 1 000 fois environ la vitesse d'un train express !

— Les grandes nébuleuses. — L'étude des nébuleuses de grande étendue, comme celle d'Orion, est devenue beaucoup plus facile depuis qu'on emploie pour la photographie stellaire des objectifs à court foyer. M. Max Wolf, au cours de cette étude, a constaté ce fait très curieux que les grandes nébuleuses sont toujours entourées d'espaces à peu près vides, de véritables déserts stellaires, comme l'avait déjà signalé W. Herschel. Mais M. Wolf a constaté que ce vide n'existe que d'un seul côté de la nébuleuse, et dans ce vide les étoiles faibles manquent totalement, on ne trouve que quelques rares étoiles brillantes. Il semble que la nébuleuse ait groupé, resserré toutes les petites étoiles autour de son centre. M. Wolf cite une série de grandes nébuleuses qui vérifient cette loi. Mais la nébuleuse d'Andromède et les nébuleuses spirales n'y sont pas soumises et paraissent devoir être classées dans une catégorie differente.

— Résultats météorologiques et océanographiques de l'expédition antarctique du Dr Nordenskjöld. — Des observations météorologiques et magnétiques très completes et très suivies ont été faites pendant les dix-huit mois que la mission est restée à la station d'hivernage (île de Snow-Hill). Nuit et jour quelqu'un veillait, et aucune souffrance ne put interrompre la régularité des observations ; elles étaient faites dans une cabane en bois isolée, à quelques centaines de mètres de l'habitation principale. Quand le temps le permettait, on faisait, en outre, des observations en dehors de la cabane, dans les environs et même sous la terre.

Durant les douze premiers mois, la température moyenne fut de —12°. C'est à peu près celle que l'on observe aux deux points les plus froids du degré correspondant de latitude nord, savoir dans la vallée de la Léna, en Sibérie, et dans la baie d'Hudson. Cette moyenne est sensiblement inférieure

à celle qu'observa l'expédition de la *Belgica* (—9°6) et très peu supérieure à celle qu'observa Borchgrevink (—13°9); ces deux expéditions avaient été de 7° de latitude plus au sud Le maximum du froid fut constaté la première année : —41°4. Le maximum de chaleur fut observé la seconde année : +9°3. On eut à souffrir de brusques sautes de température causées par le vent du sud; la plus forte fut, en quelques heures, de 34°.

La vitesse moyenne du vent fut, pendant la première année, de 8^m4 par seconde; elle a été beaucoup plus grande en hiver qu'en été. C'est du sud-ouest que venait la brise dominante. Le maximum de vitesse a été de 34 mètres à la seconde; même avec un vent de cette violence, les explorateurs se rendaient à leur observatoire, mais en rampant et en s'arcboutant dans la neige. Cinq jours sur sept, la vitesse fut de 10 mètres à Snow-Hill.

Aucune aurore australe ne fut observée par l'expédition.

Les plus importantes découvertes océanographiques ont été effectuées dans le détroit de Bransfield. Les sondages ont révélé des fonds relativement bas; la profondeur maxima fut de 1 510 mètres. Les eaux de ce détroit se trouvent en même temps être exceptionnellement froides : leur température varie de —1°3 à —1°65, cette dernière ayant été observée au fond. Les températures de fond des eaux antarctiques sont ordinairement d'environ —0°6. Les eaux de la mer de Norvège, quoique très froides, n'ont que —1°4. Il faut conclure de ces observations que le détroit de Bransfield est un bassin isolé, séparé du libre océan par des seuils sous-marins qui ne permettent pas aux eaux chaudes de se renouveler.

Les observations du Dr Andersson dans le canal d'Orléans confirment celles de M. Arctowski dans le détroit de Gerlache, concernant l'existence d'une période glaciaire dans l'Antarctique. Le canal d'Orléans aurait été rempli par un immense glacier s'étendant vers le nord-est.

La stratification parallèle, observée dans les banquises antarctiques, provient des dépôts successifs formés par les couches de neige. Ce n'est pas l'hiver qui amène ces dépôts; durant cette période, dans les localités découvertes tout au moins, la neige est balayée par le vent. Le Dr Nordenskjöld observa, au contraire, durant l'été de 1902-1903, une augmentation notable du revêtement de neige, 0^m30 à 0^m35 environ, et, en novembre 1903, quand il quitta la station d'hivernage, cette augmentation persistait. Les observations faites sur la température du glacier ont montré que, pendant l'hiver, à profondeur égale, le glacier possède une température un peu plus élevée que le sol, tandis qu'en été il a une température notablement plus froide que la terre.

La fête du Soleil, à Paris.

Cette fête, qui a eu lieu à Paris le 21 juin dernier, jour du solstice d'été, avait pour but « de célébrer le Soleil, de faire connaître sa valeur, sa grandeur et sa puissance, son action suprême dans la vie terrestre, d'apprécier les bienfaits de l'astre splendide, et de consacrer le crépuscule et l'aurore du solstice à des observations scientifiques. »

C'est M. Camille Flammarion qui avait été l'initiateur de cette fête.

Le projet en fut soumis à la Société astronomique de France, qui l'adopta et qui décida en même temps qu'elle tiendrait une réunion extraordinaire à la Tour Eiffel le jour du solstice, 21 juin, sous la présidence de M. Janssen, le doyen des astronomes français.

La fête obtint un grand succès, ainsi que le relate le *Bulletin* de juillet de la Société astronomique [1]. Plusieurs discours furent prononcés, notamment par M. Flammarion, secrétaire général de la société.

Nous donnons ci-après les principaux passages de ce discours, où l'on retrouve, au plus haut point, les qualités du vulgarisateur scientifique, unies à celles de l'écrivain et du penseur. On lira ces pages avec un vif intérêt, nous en sommes convaincus.

La fête du Soleil.

Discours de M. Flammarion.

Mesdames, Messieurs,

En ce moment, 21 juin, à 9 heures du soir, le Soleil atteint le plus haut point de son cours apparent, sa plus grande déclinaison boréale, son SOLSTICE. C'est le plus long

(1) Le récit de la fête occupe les pages 297 à 326 du *Bulletin*. Il se termine par deux poésies : l'une de M. G. Armelin (*Solstice*), l'autre de M. J. Rameau (*Prière au Soleil*).

jour de l'année pour nos latitudes, la nuit la plus courte. Cette nuit est même si courte, à Paris, où nous sommes, qu'elle n'est complète, totale, en aucun instant, — à minuit par exemple, — parce que le Soleil, continuant son cours apparent au-dessous de notre horizon, n'est pas abaissé de 18 degrés, et que grâce à la réfraction de la lumière solaire et à sa réflexion dans les hauteurs de notre atmosphère, il reste encore un léger crépuscule tant que l'abaissement du disque n'a pas atteint 18 degrés. Aujourd'hui, au 66e degré de latitude et au delà, au mont Avasaxa, à Haparanda, à Tromsoë, au cap Nord, l'astre ne se couche pas, vient seulement toucher l'horizon à minuit, et les feux de la Saint-Jean célèbrent l'antique fête du Soleil.

Ces feux de la Saint-Jean, Messieurs, ont continué, sous une forme christianisée, l'ancien culte de l'astre du jour. Pendant bien des siècles ils ont représenté l'une des fêtes les plus populaires, dans toutes nos provinces de France, et à Paris même. On dressait sur la place de Grève, aujourd'hui place de l'Hôtel-de-Ville, un arbre sec préparé pour être embrasé. Le roi de France, accompagné de toute sa cour, venait assez souvent lui-même y mettre le feu. Louis XIV fut le dernier qui y assista, et la Révolution supprima la fête.

En des temps un peu plus anciens, cette fête populaire était même assez barbare, car on avait coutume de suspendre à l'arbre de la Saint-Jean un tonneau, un sac ou un grand panier rempli de chats qui, brûlés vifs, faisaient entendre d'étourdissantes clameurs dont on s'amusait alors.

Les registres de la ville de Paris nous ont conservé une quittance de l'an 1573 : « Payé à Lucas Pommereux, l'un des commissaires des quais de la ville, 100 sous parisis pour avoir fourni durant trois années les chats qu'il fallait audit feu, comme de coutume, et pour avoir fourni, il y a un an, un renard, pour donner plaisir à sa Majesté, et un grand sac de toile où étaient lesdits chats. » Un libelliste du temps

de la Ligue ajoute même à ce propos, en ce qui concerne les protestants : « Il fallait les bailler aux Seize de Paris la veille de la Saint-Jean, afin d'en faire offrande à saint Jean en Grève, et que, attachés comme fagots, depuis le pied jusqu'au sommet de ce haut arbre, et leur roi dans le muid où l'on met les chats, on eût fait un sacrifice agréable au ciel et délectable à toute la terre. »

Nos mœurs se sont adoucies, et aujourd'hui les feux de la Saint-Jean que l'on allume encore le 23 et le 24 juin en bien des provinces de France, sont des fêtes plus champêtres.

Il y a quelques années, j'assistais à l'une d'elles, non loin de Juvisy, à Morsang-sur-Orge. L'arbre à brûler est installé sur la place de l'église. Après le coucher du Soleil, le curé de la paroisse descend les marches, accompagné des enfants de chœur, et vient bénir l'arbre sacré. On y met le feu, tandis que les rondes des jeunes gens et des jeunes filles du pays tournent autour, chantant et dansant. Lorsque le sapin s'écroule en un ardent brasier, les vierges sautent au-dessus du feu avec adresse. Celle qui saute le plus haut doit se marier la première. On se dispute ensuite les tisons qui s'éteignent et que l'on emporte au logis, car ils ont la vertu de préserver du tonnerre.

Les Gallo-Romains il y a quinze siècles, les Druides il y a deux mille ans, les disciples de Mithra il y a vingt-huit siècles, les Égyptiens il y a quatre mille ans, les Aryas vers la même époque, les Chaldéens plus loin encore, avec leur dieu Samas, célébraient déjà le Soleil et le feu son image. Le culte du Soleil est aussi ancien que l'humanité elle-même. La civilisation moderne, malgré ses avantages, mais à cause de ses conventions et de ses mensonges, nous éloigne de plus en plus de la simplicité de la Nature. Sans partager l'opinion de Jean-Jacques Rousseau, qui souhaitait un peu ramener le monde à l'état sauvage, nous pouvons constater que nous sommes plus éloignés de la vérité pure

que les contemporains de Socrate, de Platon ou de Phidias, que les Perses de l'antique Asie ou que les Incas de l'Amérique primitive, dont les fêtes solaires étaient si pompeuses. Au fond de tous les cultes, d'ailleurs, c'est la Nature que nous contemplons, c'est sa force directrice que nous cherchons, et en réalité il n'y a jamais eu et il n'y aura jamais d'autre culte que celui-là : ce fut le premier, et ce sera le dernier.

C'est l'Astronomie qui a orienté les temples et les églises, et l'ancien culte du Soleil est à peine voilé sous les symboles de nos cérémonies religieuses (1). Est-ce par hasard que la naissance du Christ est voisine du solstice d'hiver? Est-ce par hasard que les feux de la Saint-Jean sont allumés au solstice d'été? Est-ce par hasard que la théorie d'Agni, dieu du feu chez les Aryas, est identique à celle de l'*Agnus Dei*, et que la légende de sainte Agnès est si intimement associée au sacrifice de la messe? La lampe qui brûle nuit et jour devant nos sanctuaires n'a-t-elle aucun rapport avec celles du temple des Hébreux et du Rig-Véda, et avec le devoir des Vestales? L'ostensoir avec son disque blanc et son rayonnement d'or ne rappelle-t-il pas à nos yeux les plus belles images du Soleil?

Est-ce que durant le premier siècle de notre ère, la lumière d'Orient apportée par l'évangéliste de Pathmos et par d'autres poètes plus ou moins apocalyptiques n'a pas enveloppé d'un reflet de soleil levant la naissance du christianisme? Est-ce que la sublime religion de Jésus n'a pas été auréolée d'un nimbe oriental? Est-ce que dans la transfiguration de Jésus sur le mont Thabor, Hélie et Moïse ne sont pas les noms du Soleil et de la Lune?

Les premiers Grecs ainsi que les Aryas avaient divinisé la flamme du sacrifice; ils adoraient comme un dieu le feu

---

(1) Voy. Émile Burnouf, *La science des religions*; Max Muller, *Essais sur l'histoire des religions*; etc.

sacré, qui était en même temps celui du foyer domestique, Εστια. Parfois aussi on invoquait un dieu qui était censé présider au feu, Ηφαιστος, Héphæstos, qui ne paraît autre que l'Agni védique et qui fut apporté en Italie par des colonies pélasgiques sous le nom de Vesta, qui est le même que Εστια. A Mégare, un Hestia brûlait perpétuellement en l'honneur des dieux tutélaires de la ville. Plus tard, le feu volcanique Héphæstos, Vulcain, fut, comme l'Agni védique, transformé en un dieu créateur et conservateur de l'Univers (1).

Je n'ignore pas que les assimilations, un peu trop précises, peut-être, de nos illustres orientalistes, de Burnouf, d'Alfred Maury, etc., ont été contestées dans certains détails de linguistique. Mais l'ensemble reste avec évidence. L'Astronomie et le Soleil ont écrit en caractères ineffaçables leur influence dans l'histoire de l'humanité.

Lesquelles d'entre vous, Mesdames, en allant s'agenouiller sous les voûtes de Notre-Dame, de Saint-Germain-des-Prés, de Saint-Germain-l'Auxerrois, de Saint-Étienne-du-Mont, de Saint-Eustache, ou d'une église quelconque, si elle est ancienne et liturgique, lesquelles, dis-je, se souviennent que le grand autel doit être orienté de telle sorte que les feux du soleil couchant l'illuminent? Le prêtre doit regarder l'Orient en célébrant le divin sacrifice.

L'humanité fait de l'astronomie sans le vouloir.

Les Romains, et avant eux les Grecs, et avant ceux-ci les Égyptiens, orientaient leurs temples suivant certains rites.

Nul n'ignore ici que la grande pyramide de Chéops, placée sur le 30e degré de latitude (exactement 29°58′51″) est parfaitement orientée, et que sa galerie intérieure, inclinée de 26°27′, pointe juste sur le passage au-dessous du pôle de l'étoile polaire de l'époque de Chéops, alpha du Dragon,

---

(1) A. Maury, *Histoire des religions de la Grèce antique*, I, p. 100.

alors rapprochée à 3°31' du Pôle nord. Voilà un monument construit vers l'an 2200 avant notre ère, qui nous parle le même langage que les églises chrétiennes au point de vue du symbolisme astronomique.

Nous avons, non loin de nous, en Europe, en Angleterre, les ruines modestes, mais fort curieuses également, d'un monument sans doute druidique, Stonehenge, orienté au Soleil levant du solstice d'été : un monolithe central, passant pour avoir supporté le feu sacré, est entouré d'un sanctuaire et de deux cercles immenses de pierres levées, de 6 à 7 mètres de hauteur, et dont l'extérieur mesure environ 100 mètres de diamètre. Là se réunissaient les prêtres d'un culte disparu, intimement associé aux aspects célestes et surtout au cours du Soleil. Il y a là une fête aujourd'hui même.

Ce n'est point sans cause que cette orientation est la même que celle du temple égyptien d'Amen-Râ, et que dans les antiques sanctuaires de la vallée du Nil les rayons du Soleil levant venaient frapper directement la statue d'Osiris, au fond des portes successives (1).

A Athènes, le Parthénon est orienté au lever héliaque des Pléiades.

Partout, chez tous les peuples, dans tous les siècles, nous pourrions trouver des vestiges, entendre encore un écho lointain de la première prière des hommes à l'astre éblouissant aux rayons duquel la vie est suspendue.

En nous réunissant aujourd'hui au sommet de l'observatoire le plus élevé de la capitale de la France, en venant célébrer ici la fête du solstice d'été, il nous a semblé, Messieurs, que nous renouions une chaîne de communication avec les anciens souvenirs de l'histoire, et que, sans ressusciter le culte du Soleil à la façon d'Héliogabale, et sans être des Parsis modernes et des sectateurs de Zoroastre, il est

---

(1) Voy. Sir Norman Lockyer, *The Dawn of Astronomy*.

permis de remettre en lumière l'idée ensevelie depuis si longtemps sous le voile de toutes les religions. La date du solstice d'été n'est-elle pas la plus belle de l'année tout entière! N'est-ce pas aujourd'hui que l'astre de la vie s'arrête pour nous inviter à lui rendre la justice qui lui est due?

***

Nous sommes au jour le plus long, à la nuit la plus courte, et l'aurore s'unit au crépuscule sans permettre à la sombre nuit de les séparer. Oui, la nuit est si courte à cette époque de l'année, sous nos latitudes même, qu'elle n'existe plus. C'est ce que j'ai constaté notamment lors de mes voyages en ballon et dont j'ai publié autrefois le récit expérimental.

Il est impossible à l'habitant de la Terre d'admirer une lumière aussi douce, aussi pure que celle de l'arrivée de l'aurore en ces hauteurs aériennes. Cette clarté vraiment céleste est d'une pureté si exquise que le ciel étoilé, non encore éclairé, paraît par contraste couvert d'un gris de plomb! On a célébré la blancheur proverbiale du clair de lune : la lumière de l'aurore est encore plus blanche et fait paraître jaune la lumière lunaire. De plus, elle pénètre la nature, les airs, les montagnes, les vallées, les plantes des forêts et l'herbe des prairies, tandis que celle de la lune semble glisser à la surface des choses. Et lorsque les oiseaux s'éveillent, lorsque leur chant commence à se faire entendre, tandis que l'aérostat vogue silencieusement au-dessus des campagnes encore endormies, on éprouve la sensation que la voix de ces petits êtres ailés est aussi pure dans l'ordre du son que l'aurore dans l'ordre de la lumière. C'est comme un cantique de la nature se préparant à l'arrivée de l'astre superbe. Que dirai-je alors du lever du Soleil lui-même vu de la nacelle d'un aérostat! Comme la mélodie d'un orchestre lointain semble d'abord un écho imperceptible, et progressivement augmente en apportant l'enivrant murmure, ainsi

la lumière de l'aurore grandissante est pour l'œil ce que la musique est pour l'oreille... L'orchestre monte, et déjà parmi les moires flottantes, les bercements et les broderies mouvantes de l'harmonie, on distingue les frémissements célestes... Tout à coup, l'orgue universel dont tous les jeux sont ouverts entonne pleinement l'éclatante fanfare de la vie; le dieu de la lumière vient d'apparaître, inondant l'atmosphère de l'immense et formidable rayonnement de son éblouissante splendeur!

L'aurore, le lever du Soleil, le fécond rayonnement de l'astre souverain : voilà les sujets des premiers chants de l'humanité. On comprend sans peine la joie des hommes primitifs au retour matinal du Soleil levant, après les incertitudes, les dangers et les terreurs de la nuit au sein des forêts sauvages; on comprend la suave beauté des chants adressés à l'aurore et l'adoration dont l'astre sauveur a été le culte chez tous les peuples et dans toutes les religions.

* * *

Le Soleil brille au centre, au foyer du système du monde. Essayons d'apprécier sa grandeur.

Songeons d'abord qu'il trône dans l'espace à une distance respectable, à 149 millions de kilomètres d'ici. Ce nombre est assez au-dessus de nos conceptions habituelles pour que nous ne le saisissions pas facilement. Quelques comparaisons pourront nous aider, et mes éminents collègues de la Société me pardonneront de rappeler un instant ces comparaisons populaires.

Pour aller d'ici au Soleil, il faudrait un pont formé de 11 640 Terres juxtaposées.

Pour franchir cette distance, un train express lancé à la vitesse constante de 60 kilomètres à l'heure, emploierait 149 millions de minutes, c'est-à-dire 103 472 jours, ou 283 ans. En raison de la durée moyenne de notre vie, l'expédition solaire n'arriverait à son but qu'à la septième

génération, et ce ne serait que la quatorzième qui pourrait rapporter des « nouvelles » de ce que le trisaïeul de son bisaïeul aurait vu.

Si nous pouvions allonger le bras assez loin pour aller toucher le Soleil et nous y brûler, comme la vitesse de transmission de la sensation nerveuse n'est que de 28 mètres par seconde, *nous* ne sentirions la brûlure qu'au bout de 167 ans.

Un boulet de canon lancé à la vitesse de 500 mètres par seconde, et qui conserverait cette vitesse uniforme, mettrait dix ans pour atteindre l'astre du jour.

Je rappelle ces appréciations de la distance du Soleil, Messieurs, afin que nous nous représentions autant que possible la *puissance* formidable de l'astre. Or, à cette distance de 149 millions de kilomètres, ce globe colossal, un million deux cent soixante-dix-neuf mille fois plus gros que la Terre et trois cent vingt-quatre mille fois plus lourd, nous soutient, à bras tendu, pourrions-nous dire, en nous faisant tournoyer autour de lui, comme une pierre dans une fronde, à la vitesse de 106 000 kilomètres à l'heure, ou 2 544 000 kilomètres par jour.

Et non seulement il nous fait ainsi marcher, courir, voler dans l'espace, en nous imposant ce parcours d'une révolution d'un cirque de 298 millions de kilomètres de diamètre à parcourir en un an, et en nous emportant en même temps, ainsi que toutes les autres planètes, vers la constellation d'Hercule, non seulement il nous soutient ainsi par sa force prodigieuse, nous qui ne sommes relativement à lui que dans la proportion d'une bille d'un centimètre à côté d'une boule de plus d'un mètre — ou d'une boule d'un mètre devant un globe de 108 mètres — mais encore il nous enveloppe de sa radiation féconde, si immense, si considérable, que toute la vie terrestre est réglée par elle, que toutes les énergies en activité sur la Terre, électricité, magnétisme, océans, eaux, rivières, fleuves, neiges, sources,

torrents, nuages, orages, vents, tempêtes, pluies, végétaux, champs, prairies, forêts, fleurs, fruits, parfums, vie végétale, vie animale, toute cette vie, dis-je, due à l'énergie solaire, et qui s'arrêterait demain si le Soleil s'éteignait, ne représente que la demi-milliardième partie du rayonnement total, oui, la *demi-milliardième partie,* car si l'on suppose une sphère tracée tout autour du Soleil à la distance de la Terre, notre planète n'intercepte sur cette sphère que la demi-milliardième partie de sa surface totale!

Il est absolument impossible à notre conception d'imaginer une telle proportion.

La température du Soleil paraît être d'environ 6 500 degrés. Mais ce mot de température thermométrique ne représente pas la nature réelle du rayonnement solaire, à la fois calorifique, lumineux, électrique, magnétique, ou plutôt qui n'est rien de tout cela, car ce sont là des sensations purement humaines et il n'y a dans la réalité ni chaleur, ni électricité telle que nous la comprenons. Mais, enfin, nous sommes forcés de nous représenter les choses suivant nos sensations.

Si nous voulons nous former une idée de l'activité solaire, nous pouvons dire que *la chaleur émise par le Soleil,* A CHAQUE SECONDE, *est égale à celle qui résulterait de la combustion de onze quatrillions six cent mille milliards de tonnes de charbon de terre brûlant ensemble.*

Cette même chaleur *ferait bouillir par heure deux trillions neuf cents milliards de* KILOMÈTRES CUBES *d'eau à la température de la glace.*

Une heureuse métaphore de Théon de Smyrne, conservée par Copernic, appelait le Soleil le cœur de l'Univers. Nulle expression n'est plus exacte, car c'est son rayonnement qui vivifie les mondes.

Oui, c'est le Soleil qui soutient les mondes et la vie universelle; c'est lui qui nous donne la lumière et la chaleur; c'est lui qui souffle dans l'air, qui coule dans l'eau, qui gémit

dans la tempête, qui chante dans le gosier de l'alouette et du rossignol, qui fleurit dans la rose, qui parfume dans la pêche et l'ananas, qui pétille dans le champagne, et qui donne le pain au boulanger. Tout ce qui vit et circule sur notre planète est enfant du Soleil. Le bois qui nous chauffe en hiver, c'est encore du soleil; chaque kilogramme de carbone est fixé par la main de l'astre généreux. Et la locomotive elle-même, c'est le Soleil qui la meut, car la houille, ce sont des rayons solaires emmagasinés dans les forêts aujourd'hui fossiles des époques primitives de l'histoire du globe.

Le Soleil est dans tout. Et si la pluie tombait en ce moment à grands flots, si le vent et la tempête faisaient rage, c'est encore le Soleil qui en serait l'auteur, car c'est lui qui évapore l'eau des mers pour en former les nuages et c'est également sa chaleur qui détermine les courants aériens. Les ignorants seuls pourraient donc supposer qu'une fête du Soleil par la pluie ne reste pas dans son cadre, et que les insolations sont inscrites au programme.

Il en est de même de ceux qui pourraient s'étonner de nous voir fêter le Soleil pendant la nuit. S'il fait nuit à Paris en ce moment, il fait jour ailleurs; notre situation sur le globe n'a pas d'importance, et les astronomes ne sont pas égoïstes. Le Soleil brille constamment. Et puis notre fête ne doit-elle pas comprendre les splendeurs du coucher et du lever du Soleil?

Oui, il est permis de ressusciter cette fête. Les anciens avaient deviné la valeur de l'astre sans s'élever jusqu'à sa connaissance réelle. Qu'est-ce que le char d'Apollon traîné par quatre chevaux? La science nous conduit aujourd'hui à une nouvelle et plus haute compréhension des grandeurs de la Nature.

Je ne veux pas abuser de votre attention, Messieurs, et je ne dirai rien de nos théories actuelles sur la constitution physique du Soleil, dont l'étude fait l'objet spécial de plusieurs

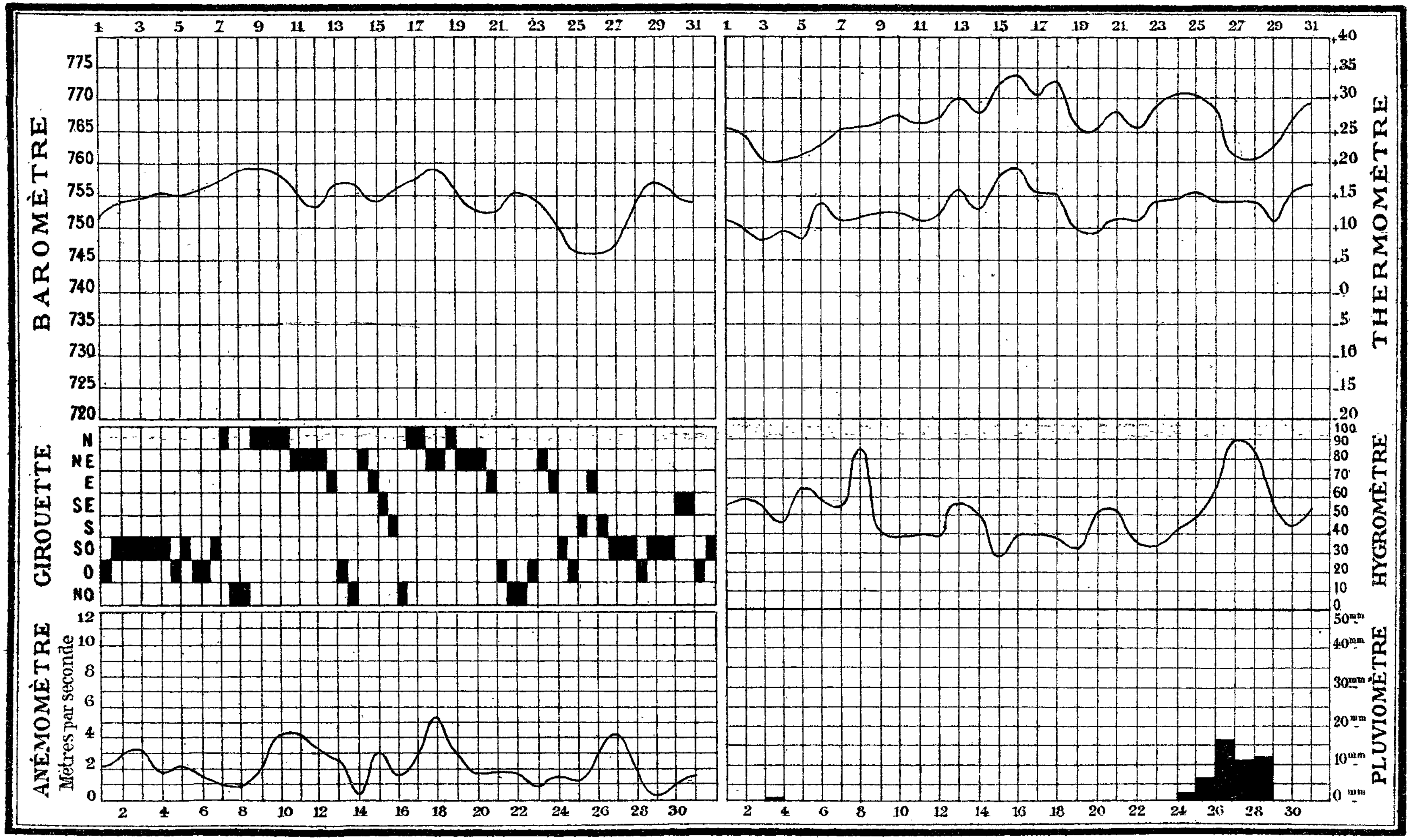
observatoires. Les théories du Soleil demanderaient à elles seules une conférence; d'ailleurs, elles sont en ce moment l'objet d'une discussion nouvelle à propos du radium, et à propos de la dispersion des rayons lumineux. Disons seulement que le globe solaire n'est ni solide, ni liquide, ni gazeux, car le gaz qui le compose est très fortement condensé et dans une condition physique inconnue pour nous : à la surface du Soleil, la pesanteur est vingt-sept fois plus forte qu'ici, et un homme de 75 kilogrammes transporté là y pèserait plus de 2 000 kilogrammes. Cette surface n'est ni uniforme, ni unie, mais formée de nuées ardentes gigantesques en mouvement perpétuel, lançant des flammes dans une atmosphère de feu. Peut-être pourrions-nous la comparer, non à celle d'un océan incendié, mais plutôt à l'aspect des nuages vus de la nacelle d'un aérostat ou d'une haute montagne, en remarquant que, comparés aux mouvements habituels de l'atmosphère solaire, nos cyclones et nos orages les plus formidables ne sont que les sourires d'un enfant endormi. Il y a là un pandémonium fantastique, des éruptions gigantesques, des envolements de flammes de 100 000 et 200 000 kilomètres de hauteur, retombant en pluies électriques sur une nappe de feu écarlate de 15 000 kilomètres d'épaisseur. Si notre globe pouvait tomber dans le Soleil, il fondrait et s'évaporerait en arrivant comme un flocon de neige sur du fer rouge.

Autour du globe ardent s'étend une atmosphère immense qui n'est visible que lorsque la Lune vient masquer l'astre éblouissant pendant les éclipses totales.

Ajoutons que notre Soleil, qui n'est plus blanc comme Véga, mais jaune comme Arcturus, paraît arrivé au milieu de sa carrière et destiné à s'éteindre... dans vingt ou trente millions d'années.

Mais je m'arrête. Ce que j'ai voulu surtout, dans cette conférence, pour laquelle vous m'avez accordé une si bienveillante attention, c'est rappeler le rôle du Soleil en parti-

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Juillet 1904.



N. B. _ La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

culier et de l'Astronomie en général dans l'histoire de l'humanité et montrer que l'astre du jour mérite, et au delà, les hommages qui lui ont été rendus.

L'Astronomie, Messieurs, cette science sublime, la première et la plus importante de toutes, sans laquelle l'humanité ignorerait la place qu'elle occupe dans l'Univers, sans laquelle nous serions restés dans l'obscurité et dans l'erreur, l'Astronomie doit avoir sa fête. Si nous l'instituons aujourd'hui, nous accomplissons un acte de justice et de beauté.

Revue climatologique mensuelle.

JUILLET 1904.

Dans le numéro précédent de *Ciel et Terre* nous avons indiqué les principales caractéristiques de juillet 1904 au point de vue de la température, et nous avons montré quelle place il occupe parmi les mois d'été les plus chauds depuis soixante-dix ans.

Nous compléterons ces indications par les quelques données ci-après.

L'ensemble du mois a été trop chaud de 2°3, mais la période du 8 au 26 a fourni un excès de 3°4 (21°2 au lieu de 17°8). A trois reprises, du 3 au 5, du 19 au 22 et du 27 au 29, le thermomètre a éprouvé une légère dépression; celle du début du mois a seule été accentuée. Du 3 au 5, la moyenne thermique s'est abaissée à 14°7 (normale = 17°2); du 19 au 22, à 18°5 (normale = 17°9); du 27 au 29, à 17°4 (normale = 17°5). On voit qu'à part le refroidissement du 3 au 5, les deux autres dépressions n'ont été que relatives.

Le minimum absolu s'est produit à Uccle le 3 (8°4), mais bon nombre de stations l'ont observé le 20.

Du 1er au 5, la moyenne des minima nocturnes est descendue à 9°6 (normale = 12°2), et du 19 au 22, à 10°5 (normale = 13°2).

Les 15, 16 et 17 ont été les journées les plus chaudes du mois. La moyenne des vingt-quatre heures s'est élevée : le

15, à 25°9; le 16, à 23°6; le 17, à 23°8. De 8 à 20 h., les moyennes ont été respectivement, ces trois jours, de 30°3, 26°5 et 28°4.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	753,0mm	754,6mm
— — — la plus élevée.	757,7	. .
— — — — basse.	748,6	. .
Température moyenne du mois. . . .	17°6	19°9
— — la plus élevée . .	21,0	. .
— — — basse . .	14,6	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	35,2	33°7
Minimum — — . . .	4,7	8,4
Nombre de jours de gelée	0	0
— maximum de jours de gelée . .	0	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	220	309
— — (total possible) . . .	495	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(30), W(23), NW(12), N(8)	SW(22), NE(19) W(15), N(15)
Vitesse moyenne du vent.	3,5m	2,2m
Humidité à midi	65,2	51,0
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	4,5mm	6,8mm
— totale du mois	138	211
Hauteur de pluie tombée	73	50
— de neige —	0	0
— totale d'eau —	73	50
— maximum —	208	. .
— minimum —	2	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	15	8
— de pluie	17	13
— de neige	0	0
— de grêle	0,4	0
— de tonnerre	4	5
— de brouillard	1	4
— couverts	0,7	0
— sereins	0,3	2
Nébulosité moyenne	6,5	4,9

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même ou des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux ou le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux ou l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

Le 15, de 11 à 18 h., et le 17, de 12 à 18 h., le thermomètre est resté constamment au-dessus de 30°, et il a marqué *en moyenne* 31°7 d'une part, 31°5 d'autre part.

Le 15, la température atteignait déjà 25° vers 7 3/4 h. du matin, et 30° vers 10 1/4 h. Elle était encore de 30° un peu avant 19 h., et de 25° un peu après 22 h.

Voici, pour la période exceptionnellement chaude du 12 au 17, le degré thermométrique moyen de quatre en quatre heures :

4 heures	16°4
8 —	21,6
12 —	27,4
16 —	29,0
20 —	23,0
24 —	19,5

Le maximum absolu, 33°7 à Uccle, s'est produit le 15, vers 2 1/2 h. de l'après-midi. Le maximum du 17 s'est rapproché de ce chiffre : il a été de 32°8.

Le thermomètre à boule noire (dans le vide) a, le 15, donné comme maximum 56°3. Le 24 il est encore monté à 54°2.

Le thermomètre sur le sol nu, au soleil, a renseigné ce dernier jour 48°9. Le 16 il avait marqué 48°6, et le 17, 48°7.

Certaines nuits ont été assez froides pour provoquer de la gelée blanche dans l'Ardenne. Le phénomène y a été observé d'une manière générale les 19 et 20, et en quelques endroits seulement les 7, 8, 11, 18 et 19. A Bernistap, près de Tavigny (altitude : 460 mètres), le minimum sur le gazon est descendu à —0°3 le 3, —1°0 le 4 et —0°2 le 5.

Le tableau ci-après contient, pour trente-neuf stations régulièrement réparties dans les différentes zones du pays, les éléments les plus intéressants concernant l'état de la température en juillet 1904.

On remarquera de suite, à l'examen de ce tableau, combien la chaleur a été moindre sur le littoral qu'à l'intérieur

STATIONS.	Altitude.	Maximum moyen du 8 au 26.	Maximum absolu.	Moyenne du mois.
FLANDRE OCCIDENTALE.				
Ostende	7m	23°5	33°3	17°9
Middelkerke	8	24,2	32,7	17,8
Ypres	20	28,8	34,0	19,5
Iseghem	15	27,4	33,3	19,7
FLANDRE ORIENTALE.				
Somergem.	15	28,1	34,0	19,3
Gand	27	28,0	33,5	19,9
Borsbeke	43	28,1	33,0	18,9
HAINAUT.				
Tournai	51	27,5	31,7	19,1
Paturages	92	29,2	34,0	19,9
BRABANT.				
Uccle	100	28,3	33,7	19,6
Bruxelles (Jardin botan.).	40	29,0	34,9	20,7
ANVERS.				
Anvers.	7	27,8	32,4	19,8
Lierre	7	28,1	35,3	19,6
Brasschaet. . . .	17	27,6	33,6	19,0
Turnhout	25	28,1	33,6	19,6
LIMBOURG.				
Maeseyck	35	29,3	34,3	19,6
Bourg-Léopold . . .	50	30,1	35,7	20,1
Saint-Trond	59	28,7	35,0	20,1
Goyer	116	28,4	33,5	20,2
LIÉGE.				
Cointe (Liége). . . .	130	26,9	32,1	19,6
Thimister	270	27,7	33,1	19,5
Verviers	165	27,3	32,0	18,7
Stembert	255	28,0	34,0	19,2
Barrage Gileppe . . .	290	29,0	36,0	19,0
Hestreux	452	26,1	32,0	18,4
Tilff	75	29,5	34,8	19,8
Huy-Statte	72	29,7	35,1	20,0
NAMUR.				
Sclayn	78	30,0	36,0	20,5
Gembloux.	154	28,7	34,4	19,2
Namur.	210	28,1	33,2	—
Maredsous.	210	29,3	34,5	19,0
Florennes	260	28,1	33,9	17,8
LUXEMBOURG.				
Ville-du-Bois	400	29,0	35,1	17,7
Bernistap	460	27,0	33,0	16,6
Bastogne	504	28,6	34,3	17,9
Beauplateau . . .	460	27,5	34,0	18,0
Libramont.	480	28,7	34,0	19,2
Carlsbourg	396	26,8	33,0	17,6
Etalle	336	29,6	36,2	18,7

N. B. — Les moyennes du tableau ci-dessus ont été calculées à l'aide du maximum et du minimum de chaque jour relevés à 8 h. du matin.

du territoire. D'une part, du 8 au 26, la moyenne des maxima ne s'est élevée qu'à 24° environ, tandis que, d'autre part, elle a atteint 28°3 (moyenne de trente-sept stations, et absolument identique à celle d'Uccle, situé exactement au centre du pays).

L'influence de la grande forêt d'Hertogenwald se fait sentir sur la moyenne du poste d'Hestreux, moyenne qui n'est que de 26°0.

Il est intéressant de comparer les données du tableau ci-contre à celles du tableau analogue pour la période du 11 au 29 juillet 1900 (*Ciel et Terre*, 21e année). La comparaison fait voir immédiatement que la chaleur fut plus intense il y a quatre ans que cette année; mais alors, contrairement à ce qui s'est passé en 1904, le littoral bénéficia relativement peu du voisinage de la mer : le maximum moyen pour la période du 11 au 29 y fut supérieur à 27°, et à l'intérieur du pays la moyenne correspondante s'éleva à 28°7.

Comme nous l'avons montré dans le numéro précédent de la Revue, la sécheresse a été presque absolue du 27 juin au 23 juillet. A Uccle le pluviomètre n'a reçu, dans cet intervalle de près d'un mois, que 1mm6.

C'est surtout dans les provinces de Brabant, d'Anvers et dans les Flandres que la pénurie de précipitations a été accentuée; c'est ce que fait voir le tableau ci-après :

	Eau tombée du 27 juin au 23 juillet.
	mm
Flandre occidentale	1,2
Flandre orientale	0,0
Hainaut	3,0
Brabant	1,1
Anvers	1,0
Limbourg	2,9
Liége	6,8
Luxembourg	8,7
Namur	5,5

La Flandre orientale a été la région la plus éprouvée.

La hauteur moyenne de pluie tombée sur la basse Belgique n'a été que de $1^{mm}5$ (c'est exactement la valeur observée à Uccle); dans la haute Belgique, on a constaté davantage, soit $7^{mm}0$.

A partir du 24 a commencé une période orageuse, accompagnée de fortes ondées en divers points, mais surtout dans la Flandre occidentale. Du 24 au 27 on a recueilli $68^{mm}5$ à Heyst et $81^{mm}8$ à Furnes; du 24 au 28, $55^{mm}6$ à Comines, $68^{mm}7$ à Menin et $84^{mm}5$ à Mouscron; du 25 au 27, $64^{mm}2$ à Ostende.

A Uccle, du 24 au 28, on a mesuré $48^{mm}0$, et du 26 au 28, $38^{mm}7$.

Ainsi que nous venons de le dire, la fin du mois a été marquée par de fréquents orages. La plupart des stations ont renseigné 3 ou 4 jours de tonnerre, et quelques-unes 5 et 6 jours : Ypres, Somergem, Uccle, Hotton et Hazeilles ont noté 5 jours; Bruxelles, Huy-Statte et Stembert (Verviers), 6 jours.

A l'Observatoire, on a compté 9 jours de manifestations électriques : 5 jours de tonnerre et 4 jours d'éclairs sans tonnerre.

On trouvera plus loin (p. 294) des renseignements au sujet des principales journées orageuses de juillet dernier.

L'humidité relative de l'air a naturellement été très faible, principalement durant la période des grandes chaleurs. Du 9 au 24, le degré hygrométrique moyen est tombé à 41.4 à midi, et à 35.1 à 15 h.

Des minima extraordinairement bas ont été enregistrés aux dates suivantes :

Le 12	24 p. c.
Le 15	24 —
Le 19	23 —
Le 20	22 —

Il est intéressant de comparer entre elles les humidités moyennes des après-midi des 15 et 17, après-midi durant

lesquelles le thermomètre resta constamment au-dessus de 30°, comme nous l'avons signalé plus haut. Le ciel était serein, mais le 15 le vent soufflait du S. (vitesse moyenne : 4m6 à la seconde), tandis que le 17 il venait du N. (3m9 à la seconde). Or, le 15, de 12 à 18 h., le degré hygrométrique moyen fut de 26.7, et le 17, pour le même laps de temps, de 37.7. La différence est sensible, et cependant les températures moyennes correspondant à ces humidités sont les mêmes.

Quelques stations du réseau climatologique ont également observé (notamment du 15 au 19) de très faibles degrés hygrométriques :

13 h.

Le 15. . . 23 à Uccle, 28 à Namur, 29 à Gand et à Maredsous, 33 à Somergem, Bourg-Léopold, Cointe (Liége) et Florennes, 34 à Ostende, 35 à Beauplateau ;

Le 16. . . 26 à Ville-du-Bois (Vielsalm), 32 à Beauplateau, 33 à Verviers, 39 à Uccle ;

Le 17. . . 33 à Maredsous, 34 à Stembert (Verviers), 35 à Bourg-Léopold, 37 à Uccle et à Carlsbourg, 38 au barrage de la Gileppe ;

Le 18. . . 33 à Namur, 35 à Uccle, 37 au barrage de la Gileppe, 39 à Gand ;

Le 19. . . 21 à Stembert (Verviers), 24 au barrage de la Gileppe, 26 à Maredsous, 30 à Namur, 31 à Gand, Paturages et Florennes, 32 à Uccle.

A Huy-Statte, à 13 $^1/_2$ heures, on constata 23 p. c. le 15 (25 à Uccle), 19 le 19 (30 à Uccle) et 26 le 23 (35 à Uccle). Ce dernier jour, on observa 28 à Gand vers la même heure.

Du 9 au 24, à 13 $^1/_2$ h., la moyenne d'humidité relative a été de 36.5 à Uccle et de 33.7 seulement à Huy-Statte.

Nous rappellerons, à ce propos, que depuis longtemps nous avons fait la remarque que la vallée de la Meuse, notamment la partie dont les rives sont plus ou moins encaissées, est l'une des régions les plus sèches du pays.

Juillet 1904 a été exceptionnellement ensoleillé. Aucun mois de juillet, depuis 1886 (époque de l'institution des observations héliographiques à Uccle), n'a compté autant d'heures de soleil. Le maximum avait été jusqu'ici de 288 heures, observé en 1887. Cette fois, le total s'élève à 309 heures, ou à 62 p. c. du total possible. C'est la période du 7 au 24 — celle des grandes chaleurs — qui a été particulièrement favorisée : elle a fourni 221 heures, soit 12 h. 17 m. par jour en moyenne.

La nébulosité du ciel a été très faible : de 4.9 en moyenne, d'après les observations journalières de 9, 12, 15 et 21 heures. Une seule fois on a constaté une valeur sensiblement moindre : c'est en juillet 1852, avec 2.9. On se souvient (voir le numéro du 1er août de la Revue, p. 253) que jamais la température d'un mois d'été n'a été supérieure à celle de juillet 1852. Les mois de juillet 1859 et 1868 eurent respectivement comme nébulosité 4.6 et 4.8, nombres qui s'écartent fort peu de celui que nous venons de mentionner pour juillet dernier.

Le baromètre a été généralement élevé en juillet 1904, surtout du 6 au 19 (moyenne à midi = $756^{mm}8$ à Uccle), et il n'a éprouvé que de faibles variations.

Les vents opposés de SW. et de NE. ont prédominé, le second au milieu du mois, le premier au commencement et à la fin. Mais au point de vue des fréquences normales, le SW. a été en déficit (de 8 p. c.) et le NE. en excès (de 11 p. c.). Il en a été de même pour l'W. et le N., qui ont soufflé un égal nombre de fois, mais l'W. étant en déficit de 8 p. c. comme le SW., et le N. en excès de 7 p. c. Le SW. et l'W. réunis sont représentés par 37 p. c. du total des directions observées, le NE. et le N. par 34 p. c.

L'air a été calme pendant toute la durée du mois. La plus grande vitesse moyenne horaire n'a été que de $6^{m}8$ à la seconde. Elle a été enregistrée le 18 et s'est produite de 18 à 19 h.

Par soleil découvert, la différence actinométrique (excès du thermomètre à boule noire sur celui à boule brillante) a été en moyenne, à Uccle, de 9°9 à 8 h. du matin et de 9°5 à 1 h. du soir. Au bord de la mer, à Middelkerke, par soleil clair aux mêmes jours et aux mêmes heures qu'à Uccle, les moyennes ont été respectivement de 10°6 et 9°6.

Le 8 juillet on a observé sur le littoral un curieux brouillard, que nous a décrit comme suit M. Thooris, de Bruges :

Hier, 8 juillet, il s'est produit à Blankenberghe un phénomène assez rare. Par ciel absolument serein, vers 17 $^1/_4$ h., un brouillard venu de la haute mer a envahi subitement la digue, dans la direction de Heyst, cachant aux yeux des spectateurs assis devant les hôtels à l'ouest du grand escalier, le pier et la partie supérieure du Casino : cela a duré quelques minutes. Ce brouillard était animé d'un mouvement de translation rapide. Les personnes qu'il enveloppait voyaient le Soleil sans rayons, sans éclat. Cela s'est reproduit un peu plus tard au même endroit et dans les mêmes circoustances. Au retour vers Bruges, par le train de 8 heures, la campagne était par intervalles couverte de pareils brouillards.

La première coupe du seigle s'est généralement effectuée vers le milieu du mois.

Le 25, à Theux, un arc-en-ciel *triple* a été observé après un orage. Les trois arcs étaient bien complets d'un bout à l'autre.

Le régime anticyclonique, qui s'était établi nettement en juin, a persisté, en s'accentuant, en juillet. Dès le mois d'avril, d'ailleurs, il y avait tendance à l'établissement de ce régime, ce qui explique la sécheresse qui a sévi depuis lors.

En juin, la hauteur barométrique moyenne à midi avait été trop forte de $1^{mm}1$; en juillet l'excès a été plus notable encore : il s'est élevé à $1^{mm}6$.

Les courants de NE. et de N., qui sont habituellement chez nous l'une des caractéristiques du régime anticyclonique, aussi bien en été qu'en hiver, ont eu en juin et en juillet une fréquence double de la fréquence normale.

De même qu'en juin, le centre des hautes pressions s'est trouvé assez souvent sur nos régions ou dans leur voisinage immédiat.

Orages et fortes pluies.

17 *juillet.* — Orages violents à l'est de la province de Liége, avec très forte grêle. A Verviers, beaucoup de grêlons avaient la grosseur d'œufs de pigeon; l'un d'eux, plus gros encore, pesait 117 grammes.

A Stavelot, le pluviomètre reçoit $20^{mm}6$ d'eau.

24 *juillet.* — Orage au commencement de la soirée, précédé partout d'un violent coup de vent, qui soulève la poussière en épais tourbillons jusqu'à une grande hauteur. Le nuage de poussière est tellement compact, qu'on ne distingue plus les maisons à 50 mètres de distance (1).

De 20^h0^m à 20^h5^m (t. d'Uccle), la vitesse moyenne de l'air a été de 10 mètres à la seconde en moyenne.

Cet orage a donné lieu à d'assez nombreux coups de foudre. Des fermes ont été détruites aux environs de Malines, de Louvain et de Gand, ainsi qu'à Ursel (Flandre orientale); une maison a été incendiée à Châtelet.

A Putte (province d'Anvers), la foudre s'est introduite dans un cabaret et a blessé l'un des consommateurs. A Gand, elle est tombée sur une maison. A Rommersom (près d'Hougaerde), elle a fendu un peuplier du Canada.

Le pluviomètre a reçu $20^{mm}0$ à Ypres.

L'orage marchait à raison de 55 kilomètres à l'heure environ.

25 *juillet.* — Mouvements orageux sur une grande étendue du pays, très intenses dans toute la région comprise entre Alost, Termonde et Gand, où ils occasionnent de grands dégâts. Quantité de champs ont été absolument dévastés, des jardins potagers détruits, de nombreux arbres déracinés. A Opwijck, deux maisons ont été incendiées par la foudre. A Zele, au hameau « La Digue », une maison avec toutes ses dépendances a été également détruite. A Termonde et aux environs, c'est une pluie diluvienne qui a surtout causé des désastres. A Kerckxken-lez-Alost, plusieurs vaches ont été foudroyées.

Une ferme a été aussi incendiée à Poperinghe, et un cheval et deux vaches ont été tués à Thielt.

A Bernistap, près de Tavigny, le pluviomètre a recueilli $34^{mm}8$.

26 *juillet.* — Orages dans la moitié occidentale du pays surtout, accompagnés de pluies torrentielles le long du littoral. On observe $50^{mm}7$ à Heyst,

---

(1) Voyez plus loin, p. 301, une intéressante note de M. Chauveau, du Bureau central météorologique de France, au sujet du passage de cet orage à Paris et sur les mesures électriques effectuées au moment de la bourrasque qui l'a précédé.

$23^{mm}4$ à Middelkerke, $55^{mm}0$ à Furnes. En d'autres points on note : $22^{mm}0$ à Herbières (Hainaut), $22^{mm}0$ à Jodoigne, $23^{mm}0$ à Carlsbourg, $20^{mm}2$ à Hockai, $26^{mm}5$ à la Baraque Michel.

La foudre tombe à Nivelles en plusieurs endroits et incendie une ferme aux environs; elle détruit également une ferme près d'Arlon. On signale aussi des coups de foudre à Menin.

A Moorseele, près de Courtrai, le fluide produit dans un champ d'avoine un effet assez bizarre : il trace, à travers le champ, un sillon en ligne droite, de $1^{m}50$ de large et de 150 mètres de long, sur l'étendue duquel toute l'avoine est brûlée.

A Zuen (Leeuw-Saint-Pierre), coup de foudre sur une maison. M. Ad. Bayet nous en a fait connaître comme suit les effets :

« Aujourd'hui même, 26 juillet, à 15 heures, la maison de mon jardinier a été foudroyée dans des conditions tellement caractéristiques que je ne puis m'empêcher de vous les signaler. L'éclair devait être à deux branches, car il a atteint tout à la fois l'ornement supérieur de la toiture et le premier crochet de couvreur placé sur la tourelle. Labourant la toiture en ardoises de celle-ci sur une longueur de plus d'un mètre, le fluide s'est élancé vers la gouttière, pour suivre celle-ci jusqu'au milieu de la première fenêtre. Là, rencontrant une bande de fer servant d'attache à la corniche, il a perforé le zinc de la gouttière, suivi l'ancrage scellé à la filière intérieure de la fenêtre, a pénétré dans la maison en soulevant l'ancrage et projetant partout le plafonnage qui le recouvrait pour bondir ensuite vers les sonneries électriques. Endommageant le premier timbre, le fluide a coupé net les câbles de la conduite, volatilisé le cuivre et brûlé le caoutchouc et son enveloppe de coton. Une auréole verte entourée d'une large bande noire indique sur la muraille la production du phénomène. Le fil noirci a perdu de sa longueur. A chaque angle et à chaque point d'attache du fil de conduite, les mêmes faits se sont reproduits, mais avec moins d'intensité. Poursuivant sa marche le long du fil, le courant s'est rendu aux piles placées dans la cave et là, avant d'atteindre le câble souterrain, il a laissé de nouvelles traces de fusion et de brûlure. De fortes étincelles se sont manifestées aux points où le courant éprouvait de la résistance. La maison était remplie de vapeurs sulfureuses. La femme du jardinier a éprouvé une forte commotion, lui n'a rien ressenti. »

Sur notre demande, M. Bayet a complété ainsi qu'il suit les renseignements ci-dessus :

« La tourelle a été traversée, car on remarque à la base que le fluide, ayant suivi une bande d'ancrage, est sorti par le côté opposé de la tour et a percé de cinq petits trous un tuyau de décharge allant à la corniche.

« Les ardoises ont été arrachées et projetées avec leurs clous dans le jardin. Dix-huit rangées ont été ainsi enlevées. En les comptant à 7 $^1/_2$ centimètres,

la hauteur serait de $1^{m}35$. La largeur du sillon peut varier de 20 à 25 centimètres. Impossible de la mesurer sans échafaudage.

» La perforation de la gouttière est unique. C'est un trou de 11 millimètres de diamètre, parfaitement rodé, sans la moindre bavure. Où est allé le zinc, je ne le sais. Je ne retrouve pas davantage le clou de scellement de la bande de fer placé directement en dessous du trou.

» Eu égard au singulier parcours du fluide, j'ai lieu de supposer que la marche de celui-ci était préparée avant l'explosion de la foudre et que les parties atteintes par le courant se sont trouvées quelques instants avant la décharge électrique dans un champ électro-statique et sous l'influence de celui-ci. »

28 *juillet.* — Quelques orages locaux, accompagnés à l'ouest du pays, comme ceux du 26, de pluies violentes.

On recueille $27^{mm}3$ à Ypres, $23^{mm}3$ à Comines, $27^{mm}5$ à Menin, $44^{mm}5$ à Mouscron, $24^{mm}0$ à Leers-Nord, $23^{mm}0$ à Mont-Saint-Jean.

Coup de foudre à Court-Saint-Étienne, renseigné de la manière suivante par M. le comte Goblet d'Alviella, sénateur :

» Ayant entendu dire qu'un coup de foudre avait atteint une de mes sapinières près du lieu dit la *Ferme rouge*, dans les bois de Court, le 28 juillet vers midi, je m'y suis rendu et j'y ai constaté les faits suivants : Sur la lisière et presque à l'angle NE. de la sapinière se trouve un sapin d'une dizaine de mètres de hauteur, tout contre un buisson de *chêne* isolé, qui peut avoir 3 mètres. Bien que ce sapin ne soit pas le plus élevé, c'est lui qu'a choisi la foudre, et elle l'a atteint non au sommet, mais à mi-hauteur, un peu au-dessus de la cime du buisson de chêne. La foudre a tracé autour du tronc du sapin une spirale descendante, en enlevant et projetant l'écorce sur une largeur de 1 à 5 centimètres, puis s'est enfouie dans le sol au pied de l'arbre, sans toucher le buisson ou même en roussir les feuilles, bien que les branches touchent le tronc du sapin. »

A. LANCASTER.

Phénomènes sismiques principaux enregistrés à Uccle.

JUILLET 1904.

Les observations sismologiques, interrompues depuis le mois d'avril pour cause de travaux à l'intérieur de la cave géodynamique, viennent d'être reprises. Le niveau supé-

rieur des piliers supportant la cage des pendules et l'enregistreur a été abaissé de 75 centimètres.

DATES.	P. T.	L. W.	FIN.	OBSERVATIONS.
	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	
12 juillet . .	5.34.14	5.35. 2	5.48. 0	»
13 — . .	15. 5.32	15. 7.33	15.26. 0	»
22 — . .	18.31.42	18.32.51	18.48. 0	»
23 — .	0.55.15	—	1.41. 0	»
24 — . .	6.41.37	—	6.57. 0	»
24 — . .	10.56.26	11. 5 55	11.52. 0	»
27 — . .	5.54. 6	6. 5.27	6 35. 0	»

Les secousses sismiques du 12 et du 13 ont aussi été enregistrées à Grenoble par le sismographe Kilian-Paulin; mais, à l'opposé d'Uccle, la secousse du 13 y a été moins forte que celle du 12.

Les appareils magnétiques à suspension (déclinomètre et bifilaire) ont enregistré très nettement la secousse du 13.

Le 13, tremblement de terre dans le nord de l'Espagne.

O. SOMVILLE,
Assistant à l'Observatoire.

NOTES.

LA TEMPÉRATURE DE LA PREMIÈRE QUINZAINE D'AOUT. — Des chaleurs assez intenses, mais non comparables à celles de juillet, ont encore régné du 1er au 15 août. La température moyenne de cette quinzaine s'est élevée à 19°1, alors que la valeur normale n'est que de 17°7. Le 4 août, le thermomètre est monté à 32°6; c'est le seul jour où il a dépassé 30°, mais il a franchi le degré 25 à six reprises.

Du 1er au 6, la moyenne des maxima a atteint 28°5, puis elle est descendue, du 7 au 15, à 23°7.

Le 13, le minimum s'est abaissé à 8°8, et de la gelée blanche a été observée en de nombreux points de l'Ardenne.

— CONGRÈS D'AÉROSTATION SCIENTIFIQUE. — La quatrième Conférence de la Commission internationale d'aérostation scientifique aura lieu à Saint-Pétersbourg du 29 août au 3 septembre de cette année. Les séances seront

tenues dans les locaux de l'Académie impériale des sciences, qui a été chargée par l'Empereur de faire les invitations officielles aux savants étrangers. Ces invitations ont été transmises par les ambassadeurs accrédités dans les divers pays.

Le savant choisi pour représenter la Belgique est le directeur du Service météorologique, M. A. Lancaster.

Nous croyons que l'on prendra connaissance avec intérêt du programme des travaux du Congrès. Ce programme est assez chargé, et témoigne de l'extension considérable qu'ont prise dans ces derniers temps les questions touchant à l'étude physique de la haute atmosphère.

PROGRAMME :

A. — *Organisation générale des observations internationales.*

1) Décider définitivement sur les mesures à prendre afin d'obtenir les fonds internationaux nécessaires pour les frais de la publication des résultats des ascensions internationales. (Jusqu'à ce moment c'est le Gouvernement allemand qui octroie une somme convenable; si ces publications doivent être continuées, il est indispensable que les autres États qui prennent part à ces observations internationales participent aux frais de la publication.)

2) Discuter les changements éventuels du programme des ascensions internationales, que les expériences de ces dernières années auraient montré désirables.

Discuter notamment la proposition de M. Hergesell, d'étendre certaines ascensions internationales sur plusieurs jours consécutifs.

3) Discuter la manière de réduire et la forme de publication à donner à l'avenir aux observations de ballons montés et de ballons sondes, etc., les expériences faites jusqu'ici dans la publication invitant à revoir cette question.

4) S'entendre à nouveau sur l'équipement instrumental à utiliser dans les ascensions internationales, afin d'obtenir l'uniformité et la comparabilité des instruments employés.

5) Sur les moyens pratiques à employer pour retrouver les ballons sondes. Statistique des pertes dans les différents pays.

6) Discuter particulièrement la question des hygrographes à cheveu, surtout leur emploi dans les instruments pour ballons sondes.

7) Tracer un programme uniforme pour les observations des stations de montagne et de nuages faites aux jours d'ascensions internationales, et s'entendre sur les mesures nécessaires pour obtenir la comparabilité des observations de nuages.

Déclarer comme très désirable une nouvelle édition de l'Atlas international des nuages.

8) Examiner la question de l'organisation d'observations électriques et actinométriques aux ascensions montées.

9) Chercher à écarter toutes les difficultés douanières pour le transport des appareils scientifiques.

B. — *Entreprises internationales spéciales.*

1) Discuter les mesures à prendre pour réaliser le vœu exprimé par la Conférence de Berlin et auquel le Comité météorologique international a déclaré adhérer concernant l'organisation des observations dans les couches supérieures de l'atmosphère au-dessus de grandes surfaces d'eau.

2) Appeler l'attention sur le haut intérêt que présenterait la fondation d'observatoires aéronautiques permanents plus nombreux, analogues à ceux qui existent déjà à Blue Hill, Trappes, Tegel, Pavlovsk et autres, dont le but serait de faire dans l'atmosphère libre des observations continues.

3) Éclaircir la question de savoir si les résultats des expériences des observatoires d'aérostation peuvent être utilisés directement pour la prévision du temps, et de quelle manière cela peut se faire.

4) Organiser une série de voyages aériens scientifiques prolongés à l'aide d'un ballon construit spécialement dans ce but. L'équipage en serait international.

5) Étudier la possibilité d'ascensions régulières de cerfs-volants sur les lignes de navigation de paquebots à vapeur. Organiser d'abord, à cette fin, des expériences préparatoires.

C. — *Recherches scientifiques particulières.*

1) Rapport sur les ascensions scientifiques faites en Italie et présentation de la publication des résultats.

2) Le nouvel observatoire aéronautique de Lindenberg.

3) La température de l'atmosphère au-dessus de Berlin, représentée sur la base d'ascensions continues depuis août 1902.

4) Sur les résultats des observations du vent faites à l'Observatoire aéronautique de Tegel.

5) Sur la possibilité pratique et l'exactitude de déterminations de positions astronomiques en ballon, et sur une combinaison de cette méthode avec celle proposée par M. Eschenhagen, fondée sur le magnétisme terrestre.

6) Rapport sur les expériences faites par M. le Dr Elias à l'Observatoire aéronautique pour enregistrer l'électricité atmosphérique.

7) Les établissements d'aérostation russes se proposent de présenter à la commission les résultats des expériences entreprises en Russie avec des ballons montés, avec des ballons non montés et avec des cerfs-volants.

D. — *Questions techniques.*

1) Discuter les moyens, les méthodes et les appareils servant à atteindre avec sécurité les plus grandes hauteurs par ballons montés.

2) Dispositif simplifié pour les lectures à distance des thermomètres, en ballon monté.

3) Mesure de la température du gaz dans l'intérieur des ballons pendant les ascensions libres et captives.

4) Confection de modèles d'instruments reconnus comme bons et le meilleur marché possible.

5) Protection des ballons libres et des ballons captifs contre les dangers de la foudre.

6) Perfectionnement des ballons cerfs-volants pour les buts météorologiques, en les combinant avec des surfaces de cerfs-volants, afin de parvenir de cette manière à des hauteurs plus élevées.

On proposera à la Conférence de visiter le Parc d'aérostation d'instruction à Saint-Pétersbourg et l'Observatoire Constantin à Pavlovsk et Kronstadt. Puis on organisera des ascensions de ballons et de cerfs-volants sur un navire dans le golfe de Finlande.

Pour étudier certains appareils qui seront présentés à la Conférence et pour faire quelques expériences spéciales, on organisera pendant la session de la Commission plusieurs ascensions de ballons montés et de cerfs-volants.

— BOLIDES. — Le 7 août, à 20^h35^m, un bolide a été observé à Knocke-s/Mer par notre collaborateur M P. Stroobant. Son éclat était de beaucoup supérieur à celui de Vénus et il était de couleur blanche. Il a apparu au nord de Cassiopée, a passé entre les étoiles α et β de cette constellation, puis s'est dirigé vers ε de Pégase. Cet arc a été parcouru en 2 à 3 secondes. Ce météore a laissé derrière lui une traînée qui a persisté pendant quelques instants.

Le lendemain, un peu avant 22 h., un autre météore a été observé à Louvain, par M. A. Fréson. Il était très brillant et a marché du zénith vers le NW. Durée de quelques secondes.

— MONUMENT LALANDE. — La Société d'émulation et d'agriculture de l'Ain, à Bourg (France), nous prie de faire savoir aux lecteurs de *Ciel et Terre* qu'elle se propose d'ériger sur une des places publiques de Bourg un monument au grand astronome Jérôme LALANDE.

Les services rendus à la science par ce savant illustre, né à Bourg-en-Bresse en 1732, mort en 1807, et dont le nom est aussi célèbre à l'étranger qu'en France, sont inappréciables, et en font une des gloires nationales françaises les plus incontestées.

Un comité d'action, fondé sur l'initiative de la société précitée, sollicite le concours de tous les amis de l'astronomie pour mener à bien l'œuvre de glorification qu'elle poursuit. « Nous croyons, dit-il, que c'est un devoir non seulement pour ses concitoyens, mais pour tous ceux qui s'intéressent aux nombreux et utiles travaux de Lalande, d'unir leurs efforts pour que cet illustre savant ait son monument, à l'occasion du centenaire de sa mort, sur une des places publiques de sa ville natale. »

— L'ORAGE DU 24 JUILLET A PARIS. — Des mesures de déperdition électrique faites à la tour Eiffel pendant la tempête du 24 juillet, par M. A.-B. Chauveau, du Bureau central météorologique, ont donné un résultat qu'il paraît intéressant de signaler.

En régime normal, la déperdition négative au sommet de la tour est constamment plus grande que la déperdition positive. Les valeurs numériques sont extrêmement variables suivant l'état de l'atmosphère; il en est de même du rapport de ces valeurs pour les deux déperditions, mais le sens de ce rapport est constant.

Les mesures sont faites avec un appareil d'Elster et Geitel modifié.

Une première série d'observations pendant la demi-heure qui a précédé la tempête, de 2^h30^m à 3^h10^m, donnait déjà un résultat anormal : 11.0 pour la déperdition positive, et 10.1 seulement pour la négative.

Le coup de vent, d'une violence extrême, a commencé à 3^h15^m. Au plus fort de la tourmente, deux observations de déperdition positive ont donné 19.5 et 20.5, tandis que M. Chauveau obtenait, *pour l'observation négative intermédiaire, une valeur trois fois moindre*, 6.7.

Enfin, de 4^h40^m à 5^h30^m, le calme étant à peu près complètement rétabli, le sens habituel du phénomène reparaissait, et on constatait : pour la déperdition positive, 8.7; pour la négative, 11.8.

Il convient d'ajouter cette remarque : le coup de vent s'est calmé assez brusquement vers 3^h55^m, pendant que M. Chauveau observait la déperdition positive. Les valeurs trouvées pour celle-ci sont elles-mêmes tombées brusquement de 20.5 à 4.8 environ. Tout semble donc s'être passé comme si le vent violent, qui, d'ailleurs, entraînait du sol d'énormes masses de poussières, arrivait au lieu d'observation avec un grand excès d'ions négatifs.

— DE LA FORMATION D'UNE COLLECTION DE MÉTÉORITES. — Il faut réunir les matériaux de tous les genres, non d'après un plan déterminé, mais d'une façon tout à fait générale, sans s'occuper des divers systèmes qui peuvent servir au classement d'une telle collection.

Le Dr Aristide Brezina (1), pour donner un exemple d'application de ce

(1) *Sur la formation d'une collection de météorites*; Vienne. Travail lu à la réunion générale de l'*American Philosophical Society* de 1904.

principe, décrit une collection de météorites commencée en 1896, et formant sept groupes :

I. *Monnaies à bétyles.* — Les anciens croyaient que les étoiles étaient le séjour des dieux ; une chute d'étoiles filantes et de météorites, c'était la descente d'un dieu ou l'envoi de son image sur la Terre.

Ces envois étaient reçus avec les honneurs divins ; embaumés et drapés, ils étaient adorés dans des temples construits expressément pour eux.

Voici en peu de mots quels sont ces bétyles représentés sur des monnaies :

L' « emphalos » de Delphes, pierre noire représentée sur des monnaies d'Eleuthernai, de Makedonia, de Myrina, de Nakrasa, de Naples, de Parthia (les six premiers Arsacides), de Rome, de Syrie (dix Séleucides, d'Antiochus Soter à Alexandre Bala).

La pierre noire conique tombée à Emisa et appelée El Gabal, le Soleil ; elle est représentée sur des monnaies d'Emisa et de Rome.

Zeus Kataibatès, sur des monnaies de Kyrrhos.

La pierre conique tombée à Chypre et adorée comme image d'Aphrodite Paphia.

L'image d'Artémis Ephesia tombée à Ephèse ; représentée sur des monnaies d'Aizanis, d'Ancyre, d'Ephèse, d'Eumeneia, de Nakrasa, de Philadelphia, de la Province d'Asie, de Rome, de Tabœ et de Tiberiopolis.

La pierre d'Astarté, sur des monnaies de Sidon et de Tyr.

Les pyramides d'Apollon, sur des monnaies d'Ambracie, d'Apollonie, de Mégare et de Myrina.

Les pierres de Zeus Dolichenos ou d'Héraclès Sandan, sur des monnaies de Tarse.

Zeus Katios, pierre conique suspendue par une chaîne, sur des monnaies de Séleucie.

Pierres coniques et quadrangulaires sur des monnaies de Mallos ou de Rhosus, de Perga et de Synnada.

La pierre conique d'Aphrodite Urania, sur des monnaies de Macédoine (tétradrachme d'Alexandre le Grand) et d'Uranopolis.

Les symboles d'Artémis Anaïtis, Artémis Leukophrys, Artémis Pergaia, Astarté, Hêra, Perséphone, etc.

Monnaies représentant des corps célestes (comètes).

Soit en tout 250 monnaies de 60 villes et pays différents, représentant 22 dieux.

II. *Météorites historiques,* adorées par des peuples primitifs ou ayant servi de jalons dans la marche en avant de la science des météorites ; météorites préhistoriques, trouvées dans des tumuli ; la plus ancienne météorite conservée sur la chute de laquelle on ait des détails (Ensisheim, 16 novembre 1492) ; fer tombé avec l'averse des Biélides à Mazapil. Poussière météorique et terrestre, etc. (dix-neuf spécimens).

III. Treize spécimens intéressants pour l'*éparpillement des météorites ;* parmi eux, les pierres de Lerici (Italie) et de Pultusk (Russie), tombées en même temps, le 30 janvier 1868, à 7 heures, sur la trajectoire de l'averse de Pultusk.

IV. Cent vingt-cinq spécimens intéressants pour la *fusion*, la *scorification*, la *production de défauts* et le *fractionnement ;* différentes espèces de croûtes ; pièces entièrement orientées; veines métalliques fondues ; fissures ; produits de la chaleur; zones d'altération; bords avec bourrelets causés par la fusion, pliés ou intacts, etc

V. Soixante-douze spécimens intéressants pour l'action des agents atmosphériques, et la formation de nouveaux minéraux constituants; différents processus d'oxydation et de réduction naturelle ; la mise à nu des métaux plus résistants; des changements en limonite et en minerais de nickel, etc.

VI. Cent trente-six spécimens intéressants pour la *constitution des météorites;* on y trouve du phosphore, du diamant, du graphite, des cristaux de fer, de nickel, de la cohenite, de la schreibersite, de la troïlite, de la daubrécite, de la chromite, de l'olivine, de l'anorthite, du kosmochlore, de l'enstatite, des chondres de diverses espèces, etc.

VII. La collection systématique, composée de neuf classes divisées en 58 groupes et 280 localités (météorites composées de fer et de pierres).

Rappelons à propos du travail de M. Brezina, que les grandes collections de météorites sont celles de Londres, de Vienne, de Paris et de Washington, sans compter celles des universités et celles des particuliers. Une liste en a été dressée en 1895 par M. Wülfing (1). Ces séries comprennent parfois des spécimens d'un volume considérable; c'est ainsi que le bloc de fer météorique de Chupaderos, aujourd'hui à Mexico, pèse près de 16 000 kilogrammes. Il est dépassé de beaucoup par la masse métallique examinée récemment sur place, à Bacubirito (Mexique), par M. Ward, puisque son poids est évalué à plus de 50 tonnes. Ses dimensions sont : 4 mètres de long, $1^{m}88$ de large et $1^{m}63$ d'épaisseur.

— Le climat du désert de Syrie. — Ce climat est très sain. L'altitude moyenne du désert est de 850 mètres. Le plateau va s'élevant au fur et à mesure que l'on s'avance vers le sud. Les nuits sont très fraîches et très humides. Le ciel étant sans nuages pendant la plus grande partie de l'année, le rayonnement est très intense et le froid est très vif, surtout vers 4 heures du matin. Cette absence de nuages, cette pureté de l'atmosphère donnent aux astres un éclat incomparable et durant chaque nuit les étoiles scintillent comme des brillants.

Dans ce pays sans ombre, sous ce ciel imperturbablement serein, les rayons

---

(1) *Jahresheften des Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg.*

du Soleil sont vraiment brûlants; heureusement un vent d'ouest assez frais, qui s'élève presque régulièrement dans la matinée pour s'évanouir au début de l'après-midi, vient tempérer l'ardeur du Soleil et rendre la chaleur supportable. Malgré cela on ne pourrait enlever le « keffiyé » (morceau d'étoffe qui enveloppe toute la tête et le cou) sans être frappé d'une insolation presque toujours mortelle, et cela en quelques minutes. Les Arabes ne se découvrent jamais la tête, même la nuit, et ne ménagent pas leurs recommandations à ce sujet : un épais manteau de poil de chameau qu'ils ne quittent jamais, les protège contre la chaleur du jour et la fraîcheur de la nuit. L'on se trouve dans la bizarre obligation de se vêtir chaudement pour se protéger contre les rayons dévorants de ce Soleil implacable. Nos légers vêtements d'été ne nous seraient d'aucune utilité dans ces parages. Malgré ces précautions, si une partie de la figure n'est pas bien abritée, elle est complètement brûlée et la peau « change » tous les cinq ou six jours. Au bout d'un jour ou deux le visage de ceux qui ont le tempérament sanguin prend une teinte rouge brique et c'est à peine si l'on distingue leur teint de la couleur écarlate du « tarbouch » qu'ils portent sur la tête.

L'atmosphère étant d'une sécheresse excessive pendant presque toute l'année, la transpiration y est inconnue, ou plutôt s'évapore dès qu'elle paraît à la surface de la peau. Grâce à cela et au vent d'ouest qui règne presque régulièrement, le climat est très supportable, toujours en se précautionnant contre les insolations souvent mortelles.

La réverbération du Soleil sur le sol très blanc, surtout dans les parties du pays où affleure le terrain crétacé, est la cause de la fréquence des ophtalmies. Aussi est-il prudent de porter des lunettes à verres fumés. L'on est toujours frappé d'étonnement en voyant le grand nombre d'aveugles que l'on trouve dans les villes et bourgades de la Syrie et de la Palestine.

L'hiver dure de novembre à fin mars; les premières pluies tombent parfois en octobre. Mais ces pluies ne sont jamais très fréquentes; elles sont souvent d'une violence extrême durant plusieurs jours, détruisant même les cabanes en pisé. Parfois même, les Bédouins du désert, qui doivent cependant bien connaître le pays, voient leurs tentes emportées par les eaux. Malheureusement l'absence de forêts et de végétation supprime toute action régularisatrice de l'état hygrométrique du sol et, en peu de jours, les sources sont taries et les torrents ont disparu.

En avril et mai souffle souvent le « Khamsin », vent brûlant du S. et du SE., analogue au « Sirocco », qui soulève en tourbillons le sable du désert et le fait pénétrer jusqu'à travers les interstices des tentes. « Khamsin », en arabe, veut dire : cinquante, et ce vent est ainsi appelé parce qu'il souffle dans les cinquante jours qui suivent la fête de Pâques.

Les quatre éléments : le feu, l'air, l'eau, la terre.

Sous le titre que nous venons de transcrire, complété par ces mots : *Histoire d'une hypothèse*, M. le chanoine J. LAMINNE, directeur du Séminaire de Saint-Trond, a publié récemment dans les recueils de l'Académie royale de Belgique (*Mémoires in-8°*, t. LXV), un très intéressant travail que nous désirons faire connaître à nos lecteurs, ainsi que nous le faisons pour toutes les productions d'auteurs belges rentrant dans le cadre des sciences dont s'occupe *Ciel et Terre*.

Dans l'avant-propos à son mémoire, l'auteur s'exprime ainsi :

Une philosophie de la Nature comprend certains principes que l'on conçoit comme dominant les phénomènes matériels, certaines hypothèses qui permettent de les expliquer et enfin certains faits que l'on a ou du moins que l'on croit avoir observés. Les faits démontrent ou vérifient les principes ; les hypothèses rendent compte des faits : il y a entre ces trois éléments d'étroites relations.

Aujourd'hui, dans cette partie de la philosophie, beaucoup de penseurs empruntent aux anciens leurs principes. Peut-être ne tiennent-ils pas toujours compte des hypothèses et des faits qui les accompagnaient, ce qui est cependant nécessaire pour bien comprendre la portée des principes et pour en apprécier la valeur.

Le présent travail a pour but d'attirer l'attention sur l'hypothèse principale de la philosophie de la Nature chez les anciens.

Plus loin, dans le chapitre préliminaire qui précède le travail proprement dit, M. Laminne revient de la manière

suivante sur le but qu'il s'est proposé en écrivant son livre :

L'histoire des tentatives faites par l'esprit humain pour construire en lui-même l'image exacte de la nature ou d'une de ses parties mérite certes qu'on s'y intéresse.

Les hypothèses aujourd'hui abandonnées ont été autrefois les formes principales, peut-on dire, de l'activité déployée par l'homme à la recherche de la vérité scientifique; elles sont des idées générales par lesquelles son esprit a été dominé souvent pendant des siècles; elles nous renseignent sur la manière dont l'Univers a été conçu par les intelligences qui nous ont précédés.

L'histoire n'a guère d'objet plus élevé que les vicissitudes des idées humaines, et surtout de ces idées générales parmi lesquelles se trouvent les hypothèses scientifiques.

Parmi les théories conçues pour expliquer l'Univers matériel, une des plus importantes, tant par l'étendue de son objet que par le temps pendant lequel elle a régné dans la science, est l'hypothèse d'après laquelle les corps terrestres sont composés de quatre éléments : le feu, l'air, l'eau et la terre, et qui enseignait, en outre, que les combinaisons de ces corps principaux s'accomplissent sous l'influence de la cinquième substance : le ciel. Nous l'appellerons : l'*hypothèse des quatre éléments*.

Nous nous proposons dans ce travail de faire connaître cette hypothèse, de faire comprendre la place qu'elle a tenue dans les différentes parties des sciences de la nature, d'exposer les controverses auxquelles elle a donné lieu et dont quelques-unes n'ont pas encore aujourd'hui perdu de leur intérêt, de signaler les modifications qu'elle a subies, de dire les luttes qu'elle a soutenues contre des conceptions nouvelles et devant lesquelles elle à fini par succomber, de la suivre ainsi depuis son origine jusqu'à sa chute définitive.

Notre travail ne sera que cela. En faisant l'histoire d'une hypothèse scientifique, nous ne visons pas à faire, même en

résumé, l'histoire de la science ni d'aucune de ses branches; encore moins nous attacherons-nous à faire l'histoire de ceux qui ont cultivé la science, et de leurs œuvres.

Nous reproduisons ici le chapitre Ier du mémoire de M. Laminne (1). C'est celui qui traite de *L'hypothèse des quatre éléments dans l'antiquité*. On aura de la sorte quelque idée de l'intérêt soutenu que présente l'œuvre du savant professeur de Saint-Trond.

* * *

Un examen superficiel de l'Univers que nous habitons nous permet d'y distinguer immédiatement les astres qui roulent au-dessus de nos têtes et la terre qui est la demeure de l'homme.

Cette terre elle-même se présente à nous comme composée de trois parties très différentes : la partie solide à laquelle le nom de *terre* a été donné plus spécialement, la partie liquide, l'*eau*, et l'atmosphère au sein de laquelle nous vivons, l'*air*.

Nos regards sont frappés aussi par l'apparition, dans un grand nombre de circonstances, d'un corps lumineux, très mobile et très actif, le *feu*, que nous ne pouvons, de prime abord, identifier avec aucun des corps précédents.

Aux époques les plus reculées, l'homme a étudié le mouvement des astres et en a connu, au moins en partie, les lois. Il a aussi cherché à connaître leur nature et à démêler l'influence qu'ils exercent sur les phénomènes terrestres; nous aurons l'occasion d'exposer les idées des anciens à cet

(1) Voici l'énoncé des sept autres chapitres que contient le travail:

2. Les quatre éléments dans la philosophie du moyen âge. — 3. L'hypothèse des quatre éléments et l'alchimie. — 4. L'hypothèse des quatre éléments et la médecine. — 5. L'hypothèse des quatre éléments et les progrès des sciences naturelles au XVIIe siècle. — 6. La question des éléments des corps chez les philosophes du XVIe au XVIIIe siècle. — 7. Fin de l'hypothèse des quatre éléments. — 8. Reste de l'hypothèse des quatre éléments dans la philosophie contemporaine.

L'*Histoire d'une hypothèse* comprend 194 pages.

égard. Nous nous contentons de faire observer en ce moment que cette influence est évidente et considérable, et qu'il n'y a rien d'étonnant à ce que l'homme, en cherchant à expliquer les phénomènes terrestres, ait attribué un rôle important à l'influence des corps sidéraux.

Quant au monde habité par l'homme, nous concevons, d'après ce qui vient d'être dit, que la plupart des anciens l'aient considéré comme constitué fondamentalement par quatre éléments : la terre, l'eau, l'air et le feu. Il nous est facile de nous rendre compte de l'idée qu'ils avaient des trois derniers.

Les gaz incandescents qui constituent la flamme — forme la plus caractéristique du feu — se montrent à nous avec des propriétés suffisamment constantes pour qu'on ait pu les considérer comme étant un corps unique.

L'eau est un corps chimiquement déterminé, et les impuretés qu'elle contient dans la nature n'empêchent pas qu'elle ne soit facile à distinguer de tous les autres corps.

Il en est de même de l'air, dont la composition, quoique ne constituant pas une vraie combinaison chimique, est néanmoins assez constante pour qu'il puisse être considéré facilement comme un corps toujours et partout le même.

Il nous est plus difficile de nous rendre compte de ce que les anciens entendaient précisément par *terre*. Ils savaient eux-mêmes distinguer les métaux, les gemmes, les minéraux divers qu'ils considéraient comme des corps composés, engendrés dans le sein de la terre par des influences diverses. Mais la terre elle-même, l'élément solide, qu'était-elle en somme pour eux?

Il ne nous est pas possible de donner à cette question une réponse pleinement satisfaisante. Peut-être les anciens ne se faisaient-ils pas de la terre, considérée comme élément, une idée bien précise. La suite de cette étude apportera des données qui sont de nature à éclaircir ce point.

Il est fort naturel que les anciens aient considéré les

quatre corps principaux comme des corps simples, indécomposables. La vraie nature de la chaleur et, par conséquent, du feu n'a été, en somme, universellement admise, même parmi les savants, qu'à partir du XIXe siècle; les anciens ignoraient complètement l'identité substantielle de la flamme avec les corps gazeux.

Avant Lavoisier, la plupart des chimistes considéraient encore l'eau et l'air comme des corps simples.

Les terres sont en général réfractaires à l'action du feu, et dès lors ne se laissent point entamer par la combustion. Or, celle-ci est le seul phénomène chimique qui ait attiré l'attention avant les travaux des alchimistes. Il se fait, d'autre part, que beaucoup de corps composés sont combustibles et dégagent des flammes lorsqu'ils sont détruits par le feu. De plus, les principaux parmi les composés, les corps organisés, contiennent évidemment de l'eau; ils dégagent, en outre, pendant leur décomposition, des gaz qu'on a pu prendre pour de l'air, et se réduisent finalement à une poussière qui se confond avec le sol. On conçoit donc que beaucoup de savants aient eu l'idée que les quatre corps principaux sont les éléments constitutifs des corps terrestres, tandis qu'eux-mêmes ne peuvent pas se décomposer en plusieurs principes différents. Ils étaient donc pour eux ce que nous appelons aujourd'hui les *éléments*.

Tous les corps composés sont formés par la combinaison de la terre, de l'eau, de l'air et du feu, et ces quatre corps élémentaires sont eux-mêmes des corps simples : telle est la proposition fondamentale de l'hypothèse des quatre éléments.

Les anciens philosophes donnaient souvent à leurs disciples un enseignement exclusivement oral. D'autres ont écrit des traités, mais il ne nous en est rien resté, ou seulement quelques fragments. Ceux dont nous avons conservé les œuvres ne donnent que des renseignements incomplets sur les doctrines de leurs prédécesseurs, plus incomplets

encore sur les sources où ces doctrines étaient puisées. La présence d'une opinion parmi les idées admises dans une école ne nous permet pas toujours d'attribuer cette opinion au fondateur de cette école. L'origine de l'hypothèse des quatre éléments, qui remonte aux premières époques de la philosophie, est, par suite, incertaine.

La paternité de la proposition que nous avons énoncée tout à l'heure est attribuée par Aristote à Empédocle, philosophe grec qui vivait vers le milieu du Ve siècle avant Jésus-Christ. « Empédocle le premier, dit-il, a affirmé que les corps qu'on appelle éléments comme jouant le rôle de matière, sont au nombre de quatre. »

Lucrèce nous donne le même renseignement au sujet de cette théorie. Il parle de « ceux qui croient que toutes les choses peuvent naître de quatre principes : du feu, de la terre, du souffle (de l'air) et de la pluie (de l'eau). Parmi eux. nous rencontrons en premier lieu Empédocle d'Agrigente. »

Pour expliquer l'origine des corps et leurs transformations au moyen des quatre élements, Empédocle avait recours à deux forces opposées qu'il appelait l'Amitié et la Discorde, Φιλότης καὶ Νεῖκος. Nous dirions en langage moderne : l'attraction et la répulsion.

Aristote accuse Empédocle de n'être pas d'accord avec lui-même dans le rôle qu'il prête à l'Amitié et à la Discorde, attribuant à celle-ci tantôt la séparation des éléments, tantôt la réunion des parties de chacun d'eux, à celle-là tantôt l'union des éléments, tantôt leur désunion.

Il l'accuse dans un autre endroit de se contredire encore lorsqu'il admet, d'une part, que les éléments sont reproduits par la destruction du composé qu'ils avaient formé et sont donc susceptibles de naître par transformation, et, d'autre part, qu'ils ne peuvent se transformer l'un en l'autre.

Les rares fragments qui nous ont été conservés des œuvres d'Empédocle ne nous permettent pas de nous prononcer avec certitude sur la valeur de ces reproches.

Il n'est pas impossible qu'une force produise des effets qui semblent, à première vue, contradictoires; la chaleur et l'affinité chimique, par exemple, tantôt provoquent la combinaison des corps simples, tantôt causent la destruction des corps composés.

Et quant au second point contenu dans l'objection d'Aristote, il n'est pas invraisemblable qu'Empédocle se soit représenté les éléments comme composés d'atomes et qu'il ait considéré ceux-ci comme s'unissant dans les combinaisons sans se modifier eux-mêmes.

S'il en était ainsi, il n'y aurait aucune contradiction dans cette partie de sa doctrine.

Quoique Empédocle nous soit ainsi signalé comme ayant le premier introduit dans la philosophie l'hypothèse des quatre éléments, il ne faut cependant pas conclure de là que les philosophes qui ont admis cette théorie dans la suite la lui ont empruntée, ni même qu'il a été vraiment le premier à en avoir l'idée.

Nous trouvons, en effet, dans les écrits des anciens médecins grecs, notamment dans les ouvrages qui nous ont été transmis sous le nom d'Hippocrate et dont quelques-uns sont considérés comme authentiques, la doctrine des *quatre humeurs* constituant le corps de l'homme.

Cette théorie, sur laquelle nous reviendrons, a, avec celle des quatre éléments, des relations très étroites.

Hippocrate est né en 462 avant Jésus-Christ et la doctrine qu'il expose est probablement plus ancienne.

Rien ne nous autorise à affirmer que les médecins ont puisé dans les écrits des philosophes les éléments de leur théorie. Le contraire n'est pas moins probable; dès lors, il n'est pas possible de dire de quel côté se trouve vraiment l'origine de l'hypothèse, si c'est dans les écoles de médecine ou dans les écoles de philosophie. Quoi qu'il en soit, nous pouvons dire, sans crainte de nous tromper, que les ouvrages des médecins ont contribué à la faire adopter.

Sénèque attribue aux Égyptiens la conception de l'hypothèse des quatre éléments. Les Grecs étaient en relation avec l'Égypte, et il n'est pas impossible que leurs philosophes l'aient empruntée à ce pays.

« Les Égyptiens, dit Sénèque, ont imaginé quatre éléments et ensuite ont dédoublé chacun d'eux en mâle et femelle. Ils jugent que l'air est mâle en tant que vent, femelle en tant que nuageux et tranquille. Ils appellent la mer eau mâle, toute autre ils la disent femelle. Ils nomment feu mâle, la flamme qui brûle; femelle, ce qui luit sans blesser au contact. Ils appellent mâle, la terre plus dure, les pierres et les rochers; femelle, celle qui se prête à la culture. »

Nous n'avons pas trouvé ailleurs de traces de ces sexes attribués aux éléments, sauf une allusion plaisante chez Libert Froidmont, mais cette conception a de l'analogie avec certaines idées qu'on rencontre plus tard chez les alchimistes.

* * *

Bientôt nous trouvons l'hypothèse des quatre éléments admise dans la plupart des écoles de philosophie, notamment dans celles qui, par leurs représentants les plus illustres, devaient exercer une influence considérable sur les idées philosophiques des siècles suivants.

Platon, né en 429, mort en 347 avant Jésus-Christ, exposa sa théorie physique dans le Timée.

Il admet que la terre, l'eau, l'air et le feu sont les parties constitutives du monde.

Il les considère également comme parties constitutives des corps individuels et, en particulier, des corps vivants. Il prend comme base de sa théorie des maladies la composition du corps de l'homme, qui contient les quatre éléments; ce qui confirme, pour le dire en passant, la remarque que nous avons faite plus haut sur les relations qu'ont entre elles les idées physiques et physiologiques des anciens.

On a fait observer avec raison que, dans le dialogue que nous citons, le rôle du maître, réservé généralement à Socrate dans les autres dialogues, est rempli ici par Timée, philosophe pythagoricien. Platon a sans doute voulu indiquer par là que la doctrine exposée se rattache aux idées pythagoriciennes.

On sait l'importance qu'attachait l'école de Pythagore aux nombres et aux figures comme principes de l'Univers. Or, lorsqu'il s'agit de distinguer entre eux les premiers éléments, Platon ne trouve pas d'autre différence fondamentale que la conformation des particules qui les constituent.

Suivant, non pas, comme il le déclare lui-même à plusieurs reprises, des déductions certaines, mais plutôt des raisonnements probables, il assigne à l'eau la forme cubique, au feu la forme d'une pyramide triangulaire régulière, à l'air la forme octaédrique, et la forme icosaédrique à la terre, afin que les premiers corps aient les formes qui paraissent être les plus parfaites et le mieux en rapport avec les propriétés qu'ils possèdent.

Aristote réfute longuement cette théorie de Platon dans son traité du *Ciel*.

En réduisant ainsi les différences entre les éléments, et par conséquent entre tous les corps, à des différences de figure, Platon se déclare par là même partisan de l'unité substantielle de la matière, et sa doctrine se rapproche sur ce point de celle des atomistes, de Démocrite et d'Épicure.

Elle s'en écarte cependant en ce que les atomistes considèrent les particules constitutives des corps comme invariables en elles-mêmes, alors que d'après Platon elles se divisent, se modifient et se reforment dans les changements que les corps subissent.

Pour compléter ce court aperçu de la doctrine platonicienne sur la constitution des corps, nous devons ajouter que les éléments, d'après Platon, peuvent se transformer l'un en l'autre; qu'à chacun des éléments correspondent

plusieurs corps d'espèces différentes, caractérisés par la grandeur ou la petitesse des triangles constitutifs de leurs figures propres, et qu'enfin les éléments ne semblent pas être considérés par lui comme des corps simples, puisqu'il distingue, dans chacun d'eux, deux ou trois parties possédant des propriétés différentes.

Laissant de côté pour le moment Aristote et l'école péripatéticienne dont nous exposerons plus loin la doctrine, nous trouvons encore l'hypothèse des quatre éléments admise par l'école stoïcienne, dont le fondateur, Zénon, est contemporain d'Empédocle.

Les stoïciens désignaient d'ordinaire les éléments par les qualités qu'ils disaient être caractéristiques de chacun d'eux : le fluide (l'eau), le sec (la terre), le chaud (le feu), le froid (l'air). Ils considéraient le feu comme l'élément actif par excellence, jouant le rôle principal dans la genèse des corps. Ils attribuaient à l'air le pouvoir de produire la cohésion qui maintient unies les parties des corps terrestres, et détermine ainsi la nature de chacun. L'eau est, croyaient-ils, l'aliment universel et assure la conservation des êtres qui forment l'Univers; la terre, enfin, a pour mission de constituer le centre du monde, et d'être l'habitation de l'homme.

Tous les corps sont composés par un mélange des quatre éléments.

Comme Platon, les stoïciens admettaient que les éléments se transforment l'un en l'autre.

Moins importante, sans doute, est la place qu'occupe l'hypothèse des quatre éléments dans la philosophie des pythagoriciens. Leur maître, Pythagore, naquit en 569 et mourut en 470 avant J.-C., peu d'années après la naissance d'Empédocle.

Pour les disciples de ce philosophe, les principes des nombres sont également les principes des choses, de sorte que leur physique repose non sur l'expérience, mais sur des

considérations mathématiques. Néanmoins, ils admettaient les quatre éléments comme corps principaux et fondamentaux de l'Univers. On peut donc en un certain sens les compter parmi les partisans de notre hypothèse. Celle-ci était par conséquent admise dans la plupart des écoles philosophiques grecques.

On ne peut cependant pas dire qu'elle le fut universellement. Les philosophes qui précédèrent Empédocle ne l'enseignèrent pas et elle ne fut pas admise par les atomistes. Ni Démocrite à la fin du Ve siècle avant Jésus-Christ, ni Épicure au commencement du IIIe, ne l'adoptent, et le disciple le plus célèbre de ce dernier, Lucrèce, qui naquit à Rome en l'an 95 avant J.-C., la repousse expressément.

(A suivre.)

Mémorandum astronomique.

OCTOBRE 1904.

N B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : La Grande Ourse, la Petite Ourse, Céphée, Pégase, le Verseau et le Capricorne.

De l'Est à l'Ouest : Le Taureau, le Bélier, le Triangle, Andromède, le Cygne, la Lyre et Hercule.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : La Chèvre, Persée, Cassiopée, le Dauphin, l'Aigle et l'Écu.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : La Balance, les Poissons, Pégase, le Dragon et le Bouvier.

OBJETS CÉLESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er OCTOBRE, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Étoile rouge de Céphée.	21^h53^m	26°56'	Rouge-orange.
Amas de Céphée . . .	21.55	35.43	Étendu, peu dense.
Amas du Lézard . . .	22. 0	44. 4	Cinquantaine d'étoiles.
Id.	22.11	40.42	Bel amas, peu dense.
5 Lézard	22.25	42.43	Rouge-orange.
15 id.	22.46	47.18	Belle étoile rouge-orange.
Étoile rouge d'Andromede	23.18	49 2	Rouge-cuivre.
Nébuleuse d'Andromède	23.20	48 6	Planétaire, bleue.
Amas de Céphée . . .	23.29	17.42	Amas dispersé.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	5^h12^m	5^h44^m	$11^h32^m17^s9$	17^h21^m	17^h55^m	36° 5′
5	5.17	5.50	11.31. 3,6	17.12	17.46	34.32
10	5.24	5.58	11.29.39,3	17. 1	17.35	32.37
15	5.33	6. 7	11.28.26,5	16.50	17.25	30.45
20	5.41	6.15	11.27.27,2	16.40	17.16	28.55
25	5.49	6.24	11.26.43,6	16.30	17. 6	27. 9
31	5.59	6.34	11.26.15,2	16.18	16.54	25. 8

Le *temps sidéral* à midi moyen d'Uccle est, le 1er, de $12^h39^m6^s2$. Son accroissement diurne est de 3^m55^s5.

EPHÉMÉRIDES POUR RÉDUIRE LES OBSERVATIONS PHYSIQUES DU SOLEIL.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	+26°3	+ 6°6	185°9	11	+26°6	+ 5°9	54°0	21	+26°1	+ 5°2	282°1
2	+26.3	+ 6.5	172.7	12	+26.6	+ 5.9	40.8	22	+26.0	+ 5.1	266.9
3	+26.4	+ 6.5	159.5	13	+26.6	+ 5.8	27.6	23	+25 9	+ 5.0	255.7
4	+26.4	+ 6.4	146.3	14	+26.5	+ 5.7	14.4	24	+25.8	+ 4.9	242.6
5	+26.5	+ 6.3	133.2	15	+26.5	+ 5.7	1.3	25	+25.7	+ 4.8	229.4
6	+26.5	+ 6.3	120.0	16	+26 5	+ 5.6	348.1	26	+25.6	+ 4.7	216.2
7	+26.5	+ 6.2	106.8	17	+26.4	+ 5.5	334.9	27	+25.5	+ 4.6	203.0
8	+26.6	+ 6.1	93.6	18	+26.4	+ 5.4	321.7	28	+25.4	+ 4.5	189.8
9	+26.6	+ 6.1	80.4	19	+26.3	+ 5.3	308.5	29	+25.2	+ 4.4	176.6
10	+26.6	+ 6.0	67.2	20	+26.2	+ 5.2	295.3	30	+25.1	+ 4.3	163.4
								31	+24.9	+ 4.2	150.2

LA LUNE.

D. Q. ☾ le 2, à 13^h52^m.
N. L. ● le 9, à 5^h25^m.
P. Q. ☽ le 16, à 5^h54^m.
P. L. ○ le 24, à 10^h56^m.
D. Q. ☾ le 31, à 23^h13^m.

OCCULTATIONS D'ÉTOILES PAR LA LUNE.

1er octobre, 111 du Taureau (5.2 gr.), immersion à 3^h 0^m, émersion à 4^h19^m.
γ du Taureau (3.9 gr.), immersion à 4^h56^m, émersion à 5^h27^m.

ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER.

Le 2 octobre,	satellite	III,	disparition	à	4h 0m14s
— 3	—	I,	—	à	4.28.21
— 4	—	I,	—	à	22.57. 9
— 5	—	II,	—	à	19.19.21
— 12	—	I,	—	à	0.52.10
— 12	—	II,	—	à	21.54.26
— 13	—	I,	—	à	19.20.54
— 20	—	II,	réapparition	à	2.54.12
— 20	—	I,	—	à	23.24.51
— 22	—	I,	—	à	17.53.43
— 23	—	III,	—	à	17.53.13
— 28	—	I,	—	à	1.20. 5
— 29	—	I,	—	à	19.48.58
— 30	—	II,	—	à	18.47. 7
— 30	—	III,	—	à	21.54.10

LONGITUDE DU TERMINATEUR DE LA LUNE A MINUIT, POUR CHAQUE JOUR D'OCTOBRE 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	+ 0°2 *s*	11	+ 58°3 *m*	21	— 63°5 *m*
2	— 12.0	12	46.1	22	75.7
3	24.2	13	34.0	23	— 87.9 *m*
4	36.3	14	21.8	24	+ 80.0 *s*
5	48.5	15	+ 9 6	25	67.8
6	60.7	16	— 2.6	26	55.6
7	72.9	17	14.8	27	43.4
8	— 85.1 *s*	18	27.0	28	31.2
9	+ 82.7 *m*	19	39.1	29	19.1
10	70.5	20	51.3	30	+ 6.9
				31	— 5.3 *s*

LES PLANÈTES.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	11h25m	+ 5° 5′	7″0	0.95	4h 1m	16h57m
	11	12.17	+ 0.15	5.6	1.21	4.36	16.46
	21	13.20	— 6.53	5.0	1.37	5.35	16.33
Vénus .	1	13.55	— 11.25	11.0	1.53	7.53	18. 5
	11	14.42	— 15.52	11.2	1.49	8.24	17.48
	21	15.32	— 19.48	11.6	1.44	8.56	17.36
Mars. .	1	10.10	+ 12.42	4.0	2.32	2. 6	16.22
	11	10.34	+ 10.31	4.2	2.26	2. 2	15.54
	21	10.57	+ 8.16	4.2	2.19	1.56	15.26

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Jupiter .	1	1h44m	+ 9° 6'	45"4	4.00	17h56m	7h39m
	11	1.39	+ 8.38	46.0	3.97	17.14	6.53
	21	1.34	+ 8. 9	46.0	3.97	16.33	6. 5
Saturne.	1	21.10	− 17.35	16.6	9.25	15.40	0.48
	11	21. 9	− 17.39	16.4	9.39	15. 0	0. 8
	21	21. 9	− 17.39	16.2	9.54	14.20	23.24
Uranus .	1	17.44	− 23.36	3.8	19.51	12.52	20.40
	16	17.45	− 23.37	3.8	19.71	11.55	19.43
Neptune.	1	6.35	+ 22.12	»	29.86	21.32	13.44
	16	6.35	+ 22. 1	»	29.66	20.33	12.45

Aspect des Planètes.

Mercure est *étoile du matin*. Le 7, elle atteindra sa plus grande élongation à l'ouest (17°54'), et elle sera à 1°1' au nord de la Lune. Le 30, elle sera en conjonction supérieure avec le Soleil. Elle devient, après cette date, *étoile du soir*.

Vénus est *étoile du soir*. Le 8, elle sera à son nœud descendant. Le 10, elle sera à 4°27' au sud du Soleil.

Mars se lève vers 2 heures du matin. Le 5, elle sera à 2°49' au nord de la Lune.

Jupiter est toute la nuit sur notre horizon. Le 18, elle sera en opposition avec le Soleil. Le 23, elle sera à 1°34' au nord de la Lune.

Saturne se couche vers minuit. Le 17, elle sera à 4°10' au sud de la Lune.

Uranus se couche vers 8 heures du soir.

Neptune se lève vers 9 heures du soir.

Les Étoiles filantes.

L'averse principale d'octobre est celle des Orionides (radiant : AR = 6h, δ = 15°); il y a un certain nombre d'autres radiants actifs durant le même mois, principalement le 1er et du 16 au 23. — Les dates à bolides sont les 10, 14, 18, 24 et 29.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Octobre 7-20.	AR = 2h4m, δ = 9°.	Lents, longs.	Oct.-nov.	AR = 7h, δ = 12°.	Rapides, à traînées.
Octobre 6-16.	AR = 2h48m, δ = 55°.	Lents.	Septembre 25-octobre 28.	AR = 7h4m, δ = 24°.	Id.
Octobre 8-15.	AR = 3h 4m, δ = 26°.	Rapides.	Octobre 2-19.	AR = 8h52m, δ = 79°.	Id.
Sept., oct., novembre.	AR = 5h12m, δ = 32°.	Id.	Oct.-nov.	AR = 8h52m, δ = 21°.	Très rapides.
Octobre 17-21.	AR = 6h, δ = 15°.	Rapides, à traînées.	Octobre 2.	AR = 13h, δ = 5°.	Lents, brillants.
Octobre 6-12.	AR = 6h52m, δ = 33°.	Id.	Octobre 2-10.	AR = 20h40m, δ = 77°.	Lents, faibles.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 16 : Mars 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
2	3·30. Wiesbaden. (?)
	7·15 à 35. Sjeničak, Kravarsko, Vukmaniè, Karlovac (faible), Agram (plutôt fort).
3	0·20. Rocca di Papa. (I.)
	22·55. Rilski-Monastir (IV), avec fort bruit.
4	2·1/4. Gadjilovo (Bourgas) (IV), avec bruit.
	5·30. Lima. Dégâts considérables. Le plus fort depuis trente ans.
5	12·40. Rilski-Monastir. (III.) 10^s, avec bruit.
	13·18. Přibram et environs (Birkenberg). Fort.
	19·30. Tennessee. Assez fort.
6	Kiszyniewié (Russie). Deux secousses.
10	5·24 à 30. Carinthie, haute Carniole, Istrie, Tyrol méridional, haute Italie, Padoue (IV), Spinea di Mestre (IV), Saló (III), Bellune, Trévise et Urbino, très léger.
12	Temeswar. Fort.
	15·50. San Luis de Guerrero. Oscillatoire, 4^s.
15	1·35, 4·28, 7·53. Sinj (Dalmatie).
16	12·18. Modène. Légère secousse.
17	9·12. Bergame. Légère secousse.
	12·19. Bénévent. Légère secousse.
	19·. Tunis (V à VI). Plus fort dans la ville haute ou arabe. Extinction momentanée des appareils d'éclairage électrique et de ceux de la télégraphie sans fils. Une autre secousse, douteuse, dans la nuit.
18	13·15 à 17. Rilski-Monastir (V), 20^s, avec fort bruit.
	Tscham-Koria (II), 2 à 3^s, avec bruit.
	18·36. } Rocca di Papa. (I.)
20	6·50. } Rocca di Papa. (I.)

Dates.	Heures.
21	1·5 à 2·20. Côte NE. des États-Unis, de Baltimore au golfe du Maine. Baltimore, Boston, est de l'Etat du Maine, Bar Harbour, Calais (VII), Woodsville, Montréal, Rutland, South Framingham, Brooklyn, Beverly Farm, Newton Highlands, Salem.
22	16·38. Mexcala. Bruit sismique.
23 et 24	Colima. Faible activité du volcan.
23	16·. Asch. Vogtland. Très fort.
	22·28 à 23·20. Etats de Guerrero, Jalisco, Guanajuato, Michoucan, Colima, Tepic, Guerrero, Oaxaca. A Autlan (Jalixo), la majeure partie des édifices endommagés.
24	4·. Trente. Fort.
	9·23. Ayutla (Guerrero). Oscillatoire, court.
25	0·32. Autlan (Jalisco).
	4·. La Union de Guerrero. Léger, trépidatoire, puis oscillatoire, 3^s, avec bruit.
26	Vers 1·. Radicofani. (V.)
27	20·29 à 30. Rilski-Monastir (V), avec bruit. Tscham-Koria (II), 15^s, avec fort bruit.
	20·55. Rilski-Monastir (III), avec bruit.
28	1·24. Temir-Chan-Schura (Daghestan).
	9·25. Etat d'Oaxaca. Villa Alta et Choapam, léger et trépidatoire, 5 et 7^s respectivement.
	14·20. Berne. Avec bruit.
29	2·14 et 4·. Bagni di Tivoli, mouvement sismique; Rocca di Papa. (I.)
31	9·43. Basse Styrie.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

LE MOIS D'AOUT 1904. — Les fortes chaleurs ont cessé à l'expiration de la première quinzaine du mois. Nous avons vu (p. 297) du numéro précédent de la Revue) que cette quinzaine avait eu sa température trop élevée de 1°4. La seconde, par contre, a été trop fraîche de près de 2°, et du 19 au 26 l'écart a atteint plus de 3°. Le 25, le thermomètre est descendu à 7°6.

La sécheresse a persisté. Le total de pluie du mois n'est que de 48 millimètres, pour une normale de 75 millimètres. Dans ces 50 millimètres, deux jours, les 6 et 22, interviennent respectivement pour $11^{mm}0$ et $21^{mm}4$. Il n'y a eu que neuf jours d'eau mesurable au pluviomètre.

Depuis avril, il aurait dû normalement tomber 315 millimètres de pluie. Or, on n'a observé que 194 millimètres, ou 62 p. c. seulement de la valeur moyenne.

— LES DIVISIONS DU TEMPS CHEZ LES JAPONAIS. — Les Japonais emploient les années solaire et lunaire. Un de leurs calendriers date de 660 avant notre ère, l'autre, de la fondation de la dynastie actuelle; tous deux sont d'un usage général. Jadis, l'année était désignée par un des douze signes du Zodiaque chinois (rat, bœuf, tigre, lièvre, dragon, serpent, cheval, chèvre, singe, coq, chien et porc), avec dix subdivisions (les cinq éléments : feu, bois, eau, terre, métal, pris passivement et activement). Une année s'appelait, par exemple, l'*année du bœuf-métal travaillé.*

L'année lunaire contenait douze mois alternativement de 29 et de 30 jours, soit en tout 355 jours; certaines années devaient, par conséquent, recevoir un mois intercalaire. Les mois étaient désignés par des numéros ou des noms poétiques; par exemple : le premier mois, ou mois de la naissance; le neuvième, ou mois des chrysanthèmes. On divisait aussi l'année en vingt-quatre parties; les deux qui correspondaient à novembre s'appelaient *commencement de l'hiver* et *un peu de neige*. La semaine était inconnue au Japon; les jours étaient désignés par leur numéro d'ordre dans le mois.

Il y avait deux manières de compter les heures; celles-ci valaient deux des nôtres, un jour et une nuit n'en contenant que douze en tout; on commençait à les compter à partir de 11 heures du matin jusqu'à 11 heures du soir et de 11 heures du soir jusqu'à 11 heures du matin. Dans le premier système, on les comptait de 9 à 4, la neuvième allant de 11 à 1 heure, la huitième de 1 à 3, etc. Dans l'autre système, on employait les douze noms des signes du Zodiaque, et l'on disait : l'heure du rat, l'heure du bœuf, l'heure du tigre, etc. On donnait souvent, surtout aux femmes, des noms rappelant le temps où elles étaient nées : le prénom *Uschi*, par exemple, c'est-à-dire *bœuf*, indiquait que celle qui le portait était née à l'heure du bœuf du jour du bœuf du mois du bœuf de l'année du bœuf.

— Le système métrique dans l'Empire britannique. — L'introduction du système métrique dans le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande a fait un pas important par l'adoption en seconde lecture, par la Chambre des lords, d'un projet de loi prévoyant l'application obligatoire du système métrique à partir du 5 avril 1906, ou à une date ultérieure que le Gouvernement est chargé de fixer. Le projet, présenté par lord Belhaven, a été énergiquement soutenu par lord Kelvin, dont l'argumentation a bénéficié de la découverte récente d'une lettre par laquelle James Watt recommandait, dès l'année 1783, un système décimal très semblable à celui dont la Commission française de 1790 proposa finalement l'adoption. Il n'est pas banal de découvrir aujourd'hui que la première idée du système métrique est d'origine britannique.

Il est intéressant de savoir quels ont été les avis exprimés par les gouvernements coloniaux au sujet de l'emploi éventuel du système métrique dans tout l'Empire britannique. Ces avis, qui avaient été demandés par circulaire envoyée en 1902 par le « Colonial Office », ont été résumés récemment dans une publication officielle.

Le système est déjà en usage à l'île Maurice et dans les Seychelles.

Sont favorables à l'adoption : l'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Cap, le Transvaal, l'Orange, la Rhodésia du Sud, la Gambie, la Nigéria du Nord, la Guyane anglaise, la Trinité, les Antilles sous le Vent et les Antilles du Vent, sauf la Barbade.

Sierra-Leone, la Nigéria du Sud, Ceylan et les îles Falkland sont favorables, mais attendront que le système métrique soit adopté dans le Royaume-Uni ou dans l'empire colonial.

La Nouvelle-Galles du Sud, Victoria et l'Australie occidentale sont favorables, mais estiment qu'il faut prendre une décision pour tout l'Empire à la fois.

Les îles Fidji et la Nouvelle-Guinée anglaise suivront l'Australie.

La Jamaïque et le Honduras anglais attendent que le système soit adopté aux États-Unis.

Les Straits-Settlements et Labouan suivront l'Inde, dont la décision est inconnue.

Sainte-Hélène, Chypre, Wei-Hei-Wei, Barbados et Bahamas sont défavorables.

La Côte d'Or et le Queensland accepteraient le système, pour l'expérimenter.

Le Natal attend que le gouvernement ait décidé quelque chose.

Terre-Neuve, Malte et Bermude ne se sont pas prononcées définitivement, et le Canada n'a pas donné de réponse.

— VARIATIONS DANS LA RADIATION SOLAIRE. — D'octobre 1902 à mars 1904, il a été exécuté sous la direction du professeur S.-P. Langley, à l'Observatoire astrophysique de Washington, une série de déterminations de la *constante solaire*, c'est-à-dire de l'intensité de la radiation solaire en dehors de l'atmosphère (1).

On avait pris soin de déterminer toutes les causes d'erreur connues qui eussent pu faire varier sérieusement les rapports entre les différentes intensités obtenues; on s'est particulièrement occupé de l'absorption par l'atmosphère terrestre, qui est variable. Quoi qu'il soit impossible de jamais évaluer cette absorption d'une façon certaine, plusieurs faits garantissent la précision des mesures que le professeur Langley a obtenues et l'exactitude des conclusions qu'il a tirées de celles-ci.

Si l'on tient compte de l'effet de cette absorption, on arrive à conclure des observations que la radiation solaire a diminué d'environ 10 p. c. à partir de la fin de mars 1903. Ce n'est pas sans raison que M. Langley affirme cela; d'ailleurs, si un pareil changement s'est réellement produit dans la radiation solaire, il doit avoir été suivi d'une baisse de température sur la Terre, baisse qui peut avoir été d'une grandeur indéterminée, inférieure à 7°5 C.

Or, en comparant la température observée dans quatre-vingt-neuf stations distribuées dans toute la zone tempérée de l'hémisphère Nord, avec la température moyenne des mêmes stations pour beaucoup d'années antérieures, on trouve qu'une baisse de plus de 2° C. en moyenne a réellement suivi la diminution probable de la radiation solaire; de plus, la température est demeurée basse pendant le reste de l'année. Les stations échappant à l'influence régulatrice des océans accusent une variation de beaucoup supérieure à la moyenne générale.

Il est certes difficile de concevoir quelle autre influence qu'une influence solaire aurait pu produire cette baisse de température rapide et *simultanée* pour toutes les régions de la zone tempérée de l'hémisphère Nord, en prolongeant son action durant une période aussi longue, et cependant, on ne peut dire qu'il soit absolument évident qu'il y ait là une variation d'intensité dans l'action solaire. Il est toutefois permis de tirer une pareille conclusion des faits actuellement connus, et il devient de plus en plus désirable que l'on continue les observations bolographiques sur la radiation solaire, à cause du secours qu'elles apporteraient peut-être à la prévision des changements climatériques, dus, comme il est permis de le supposer, aux changements qui se produisent sur le Soleil (2).

---

(1) Ces déterminations du prof. Langley ont déjà été signalées, mais très sommairement, dans le n° 3 de cette année, p. 68; leur intérêt spécial nous engage à y revenir avec quelque détail.

(2) *The Astrophysical Journal*, n° de juin 1904. (*On a possible variation of the solar radiation and its probable effect on terrestrial temperatures.*)

— INFLUENCE DE LA DIRECTION DU VENT SUR LES MIGRATIONS DE CERTAINS OISEAUX DANS L'AMÉRIQUE DU NORD. — Différents naturalistes ont établi que les déplacements des oiseaux migrateurs sont en relation avec certains facteurs météorologiques, notamment avec les changements de température.

Le fascicule de septembre 1903 de l'*American Naturalist* contient à ce sujet un article du plus haut intérêt, dans lequel C. C. Trowbridge s'attache à démontrer, par de nombreuses observations, que dans le Connecticut les migrations des faucons et d'autres oiseaux dépendent avant tout de la direction du vent. Dans la région à laquelle se rapporte cette étude, les diverses espèces de faucons effectuent au mois de septembre une migration vers le sud. Le retour vers le nord a lieu de mars à mai. Dans le premier cas, les oiseaux suivent une direction sud jusque dans les environs de New-York, et se dispersent ensuite.

L'auteur a pu constater que les passages de septembre sont particulièrement accentués par vent fort de N. ou de NW., lorsqu'une dépression barométrique se trouve à l'est de la contrée. Les faucons volent alors à une très grande hauteur et en groupes compacts. Trowbridge estime que, dans ces conditions favorables, il passe à New-Haven en moyenne 15 000 individus par jour. Par contre, par vent du S. le passage cesse, pour reprendre dès que le vent redevient boréal. La direction du vent des couches élevées de l'atmosphère ne semble pas affecter ces mouvements.

Au printemps, les passages les plus marqués ont lieu par vent d'entre S. et SE. Quand le vent n'a qu'une faible composante parallèle à la direction que les oiseaux doivent suivre, ceux-ci volent très bas et en petit nombre. En outre, dans ce cas, et notamment par vent de NW. très fort, de nombreux individus peuvent être déviés de leur route et être rejetés au-dessus de l'océan, comme en témoignent les captures faites à bord des navires.

Cette influence du vent est plus nette que celle des variations thermiques, puisque par vent favorable les migrations de septembre s'observent aussi par hausse thermométrique, tout comme, dans des conditions analogues, celles du printemps ont lieu lors d'un refroidissement marqué.

L'auteur estime que tous ces phénomènes sont dus au fait, que les oiseaux utilisent le vent favorable comme agent mécanique propre à faciliter leurs déplacements. V. D. L.

— PROBABILITÉS DE L'EXISTENCE D'UNE TERRE PRÈS DU PÔLE NORD. — Le Dr R. A. Harris, du « Coast and Geodetic Survey », a présenté à la Société philosophique de Washington un travail sur certaines indications relatives à l'existence probable d'une terre dans le voisinage dn pôle Nord.

Ces indications sont surtout fournies par :

1° La direction et la vitesse des courants de surface, connus en partie par

les chemins suivant lesquels ont été entraînés l'*Advance* et la *Rescue*, la *Jeannette* et le *Fram;*

2º La très vieille glace trouvée au nord-est de l'Alaska;

3º Les marées à l'île Bennett, à Pitlekaj, le long de la côte nord de l'Alaska, et dans l'archipel arctique. A l'île Bennett, la marée est en moyenne de 2 pieds (60 centimètres); à Pitlekaj, de 0.2 pieds (6 centimètres); et à Point Barrow, de 0.4 pieds (12 centimètres), le flux arrivant là de l'ouest.

La principale conclusion à laquelle on est arrivé est qu'une grande terre, ayant la forme d'un trapèze, pourrait s'étendre depuis les environs du pôle, dans la direction de l'Alaska et de la Sibérie orientale; un coin se trouverait presqu'au N. de l'île Bennett; un autre, au N. et un peu vers l'W. de Point-Barrow; le troisième, à une distance relativement faible de la Terre de Banks, au NW.; et le quatrième, au N. de la mer de Lincoln.

Les observations de Thomas Simpson montrent un changement remarquable dans l'instant de la marée sur la côte nord de l'Alaska, près de la frontière orientale; cela semble indiquer qu'une ou plusieurs îles se trouvent à peu de distance de cet endroit, vers le nord.

BIBLIOGRAPHIE.

Nous sommes un peu en retard pour signaler certaines publications qui ont vu le jour dans ces derniers temps, mais comme elles sont d'un intérêt non limité au présent, mais permanent et durable, on nous pardonnera de ne pas les avoir annoncées plus tôt. A. L.

Astronomischer Jahresbericht, herausgegeben von W.-F. WISLICENUS. IV. Band, enthaltend die Literatur des Jahres 1902; V. Band, id. des Jahres 1903. Berlin, G Reimer; 2 vol. in-8º, de 684 et 700 pages.

La collection des précieux *Jahresbericht* qu'édite avec tant de soins M. Wislicenus comprend aujourd'hui cinq volumes. L'auteur a tenu les promesses du début et son œuvre gagne chaque année en importance. Ce répertoire astronomique ne se borne pas, nous l'avons dit déjà, à une sèche nomenclature de titres; c'est une bibliographie raisonnée, et très méthodique, de tous les travaux qui paraissent dans le domaine de l'astronomie et des sciences connexes. Même les plus petits articles sont signalés, pour autant qu'ils présentent le moindre intérêt scientifique.

De même que les années précédentes, nous faisons des vœux pour que M. Wislicenus poursuive longtemps encore la publication de ses indispensables *Jahresbericht*. Nous sommes certain d'être ici l'écho de tous les astronomes.

— *Regenkarte der Provinzen Hessen-Nassau und Rheinland, sowie von Hohenzollern und Oberhessen*, bearbeitet von prof. Dr G. HELLMANN.

Berlin, D. Reimer, 1903 ; broch. gr. in-8° de 55 pages, avec carte en couleurs.

Cette monographie pluviométrique est la septième que fait paraître M. Hellmann depuis 1899. Il est superflu de dire qu'elle a été préparée non moins consciencieusement que les précédentes. Le plan est toujours le même, ce qui donnera à l'ensemble de l'œuvre, lorsqu'elle sera achevée, une unité parfaite.

La monographie actuelle a pour nous un intérêt tout particulier. Par le bassin du Rhin, elle touche à notre territoire sur une grande partie de sa frontière orientale. La carte du savant météorologiste berlinois complète ici notre carte pluviométrique de la Belgique, et le raccordement entre les limites des deux cartes se fait de la manière la plus précise.

Comme nous l'avons dit déjà, en parlant de la carte pluviométrique du bassin de la Meuse par M. Vanhove, le plateau de la Baraque Michel, dont le point culminant (695 mètres d'altitude) se trouve en Prusse, non loin de notre frontière, reçoit annuellement de 1 200 à 1 300 millimètres d'eau. Au point le plus élevé, à Botrange, le total atteint 1 326 millimètres.

Comme précédemment, nous adressons nos sincères félicitations à M. Hellmann pour ces beaux travaux pluviométriques, que leur prix modique met à la portée de tous.

L'exécution matérielle en est toujours irréprochable.

— *Instructions météorologiques*, par A. ANGOT. Quatrième édition, entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, 1903 ; vol. gr. in-8° de 169 pages, avec fig. et planches.

Les *Instructions météorologiques* de M. Angot sont bien connues de tous ceux qui, de près ou de loin, s'occupent de météorologie. Leur vogue est attestée par les éditions successives qui en ont paru à des intervalles assez rapprochés.

La nouvelle édition, très notablement augmentée, constitue un vrai traité de météorologie pratique et elle forme un complément indispensable du traité de météorologie théorique du même auteur (1).

Voici quels changements ont été apportés à l'édition antérieure :

« Un chapitre nouveau, dit M. Angot, a été ajouté sur la réduction des hauteurs barométriques à la gravité normale, réduction qui, à la suite d'une décision du comité permanent international, a été introduite d'une manière générale dans les observations télégraphiques pour la prévision du temps.

» La partie relative à la réduction de la pression au niveau de la mer et au calcul des hauteurs au moyen des observations barométriques a été remaniée.

(1) Voir *Ciel et Terre*, 22e année, p. 253.

On a adopté une formule plus rationnelle, dont le calcul est rendu facile et rigoureux par des tables nouvelles.

« L'actinométrie et l'évaporation ne peuvent guère être étudiées utilement dans les stations météorologiques ordinaires; quelques pages leur ont cependant été consacrées. Par contre, on a encore laissé complètement de côté l'observation de l'ozone, qui rentre dans le domaine de la chimie et de l'hygiène beaucoup plutôt que dans celui de la météorologie.

« Les dessins par lesquels on représente d'ordinaire les diverses formes de nuages comportent, le plus souvent, une grande part d'arbitraire. Nous avons cru bien faire en les remplaçant par des photographies directes et en indiquant en même temps les procédés très simples que les amateurs de photographie, si nombreux aujourd'hui, doivent employer pour obtenir aisément ces photographies et aussi celles des éclairs; leur collaboration permettrait de multiplier rapidement les documents authentiques indispensables pour l'étude de ces phénomènes.

« Nous avons enfin jugé utile, pour répondre à de nombreuses demandes, d'ajouter deux chapitres nouveaux, sur les observations en mer et sur celles qui doivent être comprises dans les programmes des voyages d'exploration. »

On voit combien l'auteur a été soucieux de donner à la nouvelle édition des *Instructions* tout le développement que comportent et la diffusion des observations et des recherches météorologiques et l'extension toujours croissante du champ des investigations.

De nombreuses figures complètent la description des divers instruments, et quatre belles planches donnent la représentation des formes de nuages les plus typiques. La 4e édition des *Instructions* de M. Angot sera certainement accueillie avec la plus grande faveur par tous ceux qui s'occupent d'observations météorologiques.

Un *Abrégé* de ces *Instructions*, pour les personnes qui ne possèdent qu'un outillage réduit aux appareils les plus simples, a été également publié par la maison Gauthier-Villars, en une brochure de 51 pages in-8°.

Avant de finir, nous demanderons à présenter deux légères remarques. La première a trait aux observations ozonométriques, que M. Angot exclut du domaine de la météorologie. Ces observations, il est vrai, rentrent plutôt dans le domaine de l'hygiène, mais elles sont d'une grande simplicité, et où pourrait-on trouver plus aisément que chez les observateurs ordinaires des stations météorologiques, les personnes disposées à les faire? Si la teneur de l'atmosphère en ozone est influencée par les conditions météorologiques, on ne pourra décider à ce sujet qu'en organisant, comme l'a fait en Belgique la Société de médecine publique avec le concours de l'Observatoire, un vaste réseau d'observations, poursuivies sur un plan uniforme, à l'aide des mêmes procédés. Là où existe déjà un réseau plus ou moins étendu de postes

météorologiques, pareille organisation est des plus faciles, puisque le personnel existe, et que les constatations ozonométriques, étant extrêmement simples, ne constituent pas un surcroît de besogne. Il en serait tout autrement s'il fallait créer un second organisme à côté du premier.

Notre deuxième remarque porte sur ce point : « On désigne comme jour de pluie, dit M. Angot, toute journée où il est tombé de l'eau sous *quelque forme que ce soit*, pluie proprement dite, neige, grêle, grésil, etc. » Ne serait-il pas préférable, afin d'éviter des malentendus ou des confusions, de désigner les jours où il est tombé de l'eau *sous quelque forme que ce soit*, par le nom de : jours de précipitations, ainsi qu'on le fait à Uccle? On compte ensuite à part, comme jours de pluie, tous les jours où il est tombé de la pluie; comme jours de neige, tous ceux où il est tombé de la neige; et ainsi de suite.

Il est désirable aussi, à notre avis, de faire le compte de tous les jours où il est tombé de l'eau en quantité appréciable au pluviomètre, et non pas seulement les jours où cette quantité a atteint ou dépassé une certaine valeur.

— *Les applications des aciers au nickel, avec un appendice sur la théorie des aciers au nickel*, par CH.-ED. GUILLAUME. Paris, Gauthier-Villars, 1904; vol. in-8º de 223 pages.

L'alliage constitué par les aciers au nickel, bien qu'il ne soit connu que depuis peu d'années, a déjà reçu de nombreuses applications, surtout dans tout ce qui touche à la métrologie et à la chronométrie. L'astronomie et la météorologie en ont aussi tiré profit sous certains rapports, et il est certain que son emploi ne fera que s'étendre, au fur et à mesure d'une connaissance plus complète de toutes ses propriétés et de l'explication des bizarres anomalies qu'il présente.

« C'est, dit l'auteur, à l'étude des nombreuses simplifications des mécanismes et des méthodes auxquelles conduit l'emploi des aciers au nickel, que sont consacrées les pages qui suivent. »

Après avoir indiqué les propriétés des aciers au nickel réversibles, M. Guillaume expose les conditions d'emploi de nouvel alliage aux étalons de longueur et donne la description d'un nouvel étalon géodésique; il passe ensuite aux applications chronométriques, puis à certaines applications secondaires : thermomètres bimétalliques, encastrement des objectifs, niveaux, fils de torsion, ressorts divers, etc. Un appendice, consacré à la théorie des aciers au nickel, termine l'intéressant et fort utile ouvrage du savant directeur du Bureau international des poids et mesures.

Les quatre éléments : le feu, l'air, l'eau, la terre. (*Suite.*)

Parmi les philosophes de l'antiquité dont les écrits nous ont été conservés, aucun n'a exposé l'hypothèse des quatre éléments d'une manière aussi complète, et ne s'en est servi si largement que le fit, vers le milieu du IVe siècle avant Jésus-Christ, le fondateur de l'école péripatéticienne, Aristote.

C'est la première raison pour laquelle il mérite que nous nous arrêtions à ses œuvres plus que nous ne l'avons fait à celles des autres philosophes.

Mais il y en a une seconde, qui est la principale, plus importante : c'est que, seule à peu près, la philosophie d'Aristote a conservé des partisans dans les siècles suivants, pendant le moyen âge et jusqu'à nos jours. Les philosophes de l'ère chrétienne, dont les écoles se sont élevées sur les ruines des écoles de la Grèce, ont la plupart du temps puisé leurs principes dans les ouvrages d'Aristote. C'est là notamment qu'ils ont pris l'hypothèse fondamentale dans l'étude de la nature, la doctrine des quatre éléments.

Dans la philosophie d'Aristote, cette doctrine est à la fois une hypothèse cosmologique, physico-chimique et physiologique.

Nous l'exposerons successivement à ce triple point de vue, en même temps que nous ferons connaître une hypothèse d'Aristote sur la nature et l'activité du Ciel et des astres, qui complète la précédente, et a avec elle les plus étroites relations. D'après le philosophe de Stagire, en effet, le Ciel est d'une nature entièrement différente des corps sublunaires. Il est constitué par une cinquième substance, l'éther (αἶθηρ), plus pure et plus active que les éléments terrestres, incorruptible et éternelle.

L'existence de la matière céleste ainsi que de chacun des

quatre éléments terrestres et leurs différences de nature, sont déduites par Aristote de la considération du mouvement naturel, lequel détermine la place que chaque corps simple occupe dans l'Univers.

Cette théorie cosmologique est exposée dans le traité Περὶ οὐρανοῦ. Nous allons la résumer, en laissant de côté les questions incidentes et les controverses qui, dans ce traité comme dans les autres ouvrages d'Aristote, allongent l'exposé de la doctrine au détriment de l'intérêt — du moins pour le lecteur moderne — et souvent de la clarté.

Voici, dit le Stagirite, le principe d'où nous partirons pour déterminer la nature des parties de l'Univers : tous les corps ont un mouvement qui leur est naturel; car le mouvement dont un corps est animé lui est naturel ou ne l'est pas; s'il ne l'est pas, c'est donc que le mouvement contraire est naturel à ce corps. Or, tout mouvement est en ligne droite, ou en cercle, ou mélangé des deux. Les deux premiers seuls sont des mouvements simples, — comme seuls aussi le cercle et la ligne droite sont des grandeurs simples.

Le mouvement en cercle est unique et n'a pas de contraire; le mouvement en ligne droite est, soit en haut, vers la périphérie de l'Univers, soit en bas vers son centre.

De même qu'il y a des mouvements simples et des mouvements composés, de même il y a des corps simples et des corps composés. Le mouvement naturel d'un corps simple sera simple lui-même, et le mouvement naturel d'un corps composé sera composé.

Nous aurons donc d'abord un corps simple dont le mouvement naturel sera circulaire.

Ce corps est le Ciel. Et comme le mouvement circulaire, contrairement au mouvement en ligne droite, est parfait, et que le mouvement parfait est antérieur au mouvement non parfait, le Ciel sera un corps antérieur aux corps terrestres et plus divin (οὐσιὰ θειοτέρα).

Tandis que les mouvements en haut et en bas sont contraires l'un à l'autre, le mouvement en cercle n'a pas de mouvement qui lui soit contraire ; et puisque contraires sont les corps dont les mouvements naturels sont contraires, il n'y aura aucun corps dont la nature soit contraire à celle du Ciel. Dès lors, le Ciel ne peut être altéré par aucun agent, puisque seuls les contraires s'altèrent mutuellement ; il ne peut donc ni être détruit, ni être produit par transformation. Le Ciel sera par nature éternel, incorruptible, inaltérable. Aussi les barbares et les Grecs s'accordent-ils pour l'assigner comme demeure aux dieux immortels.

Les deux mouvements en ligne droite, le mouvement en haut et le mouvement en bas, sont les mouvements naturels des corps simples terrestres.

Le corps dont le mouvement naturel est vers la périphérie, ce qui constitue la légèreté, c'est le feu ; le corps dont le mouvement est vers le centre, ce qui constitue la lourdeur, c'est la Terre. Aussi la Terre occupe le centre de l'Univers, tandis que le feu plane au-dessus de tous les corps terrestres et forme la sphère du feu, située au delà de l'atmosphère sous le ciel de la Lune. La Terre est donc le corps absolument lourd, le feu est le corps absolument léger.

Comme entre le centre de l'Univers, qui est le lieu propre de la Terre, et la périphérie du monde terrestre, qui est le lieu propre du feu, s'étend un espace intermédiaire dans lequel on peut distinguer *haut* et *bas*, suivant qu'il est voisin de la périphérie ou du centre ; ainsi, outre le corps absolument lourd et le corps absolument léger, il faudra admettre deux corps simples, l'un relativement lourd, l'autre relativement léger, l'eau et l'air ; l'air léger par rapport aux autres corps, excepté par rapport au feu ; l'eau lourde par rapport aux autres corps, excepté par rapport à la terre. Ni l'air, ni l'eau ne sont lourds ni légers absolument, mais seulement relativement, comme il vient d'être dit.

Tous ces arguments ne sont pas fort concluants; mais il faut remarquer que pour Aristote il s'agissait moins d'établir une thèse sur des arguments irréfutables que de donner une explication plausible de la constitution de l'Univers telle qu'elle se manifestait à ses regards : le Ciel, où l'œil n'aperçoit que des astres toujours les mêmes, exécutant des mouvements absolument réguliers; le monde terrestre avec ses quatre éléments : la Terre au centre, puis l'eau, l'air, le feu, avec la légèreté et la lourdeur absolue ou relative qu'ils possèdent respectivement.

Telle est l'hypothèse des quatre éléments, envisagée au point de vue cosmologique.

***

Aristote s'en sert également pour expliquer les phénomènes dont les corps sublunaires sont le siège, et que nous désignons par l'appellation générale de phénomènes physico-chimiques.

Parmi les faits qu'on étudie aujourd'hui en chimie, Aristote semble avoir connu uniquement ceux que l'expérience journalière nous fait observer, comme la décomposition des êtres vivants après leur mort ou la combustion.

Lorsqu'il parle de mixtions résultant de la réaction de plusieurs corps, il a devant les yeux non de vraies combinaisons chimiques, mais de simples mélanges.

En physique, Aristote s'est attaché surtout à l'étude de la météorologie. Il comprend sous cette dénomination ce que nous y comprenons nous-mêmes; en outre, quelques phénomènes astronomiques qu'il croit être terrestres, par exemple les comètes et la voie lactée, et quelques phénomènes qui relèvent de la physique du globe.

D'une manière générale, et laissant de côté le mouvement dans l'espace, Aristote distingue quatre sortes de modifications intrinsèques que les corps peuvent subir : l'augmentation et la diminution de masse (αὐξήσις καὶ φθίσις),

l'altération des qualités sans changement de nature (ἀλλοιώσις), le changement de nature qui comporte la destruction de la substance préexistante et la production de la substance nouvelle (γένεσις και φθορὰ), enfin, le mélange de deux corps réagissants, qui produit un corps possédant des propriétés intermédiaires (μίξις).

Pour expliquer ces phénomènes, Aristote part du principe que les corps n'agissent les uns sur les autres qu'au contact et que, dès lors, ils ne se modifient les uns les autres que par leurs qualités tangibles et grâce à la contrariété qui existe entre ces dernières.

Ces qualités, énumérées par couples de qualités contraires, sont : chaud et froid (θερμὸν, ψυχρὸν), sec ou solide, et humide ou plutôt fluide (ξηρὸν, ὑγρὸν), lourd et léger, dur et mou, visqueux et friable, rude et lisse, gros et mince.

Aristote écarte la légèreté et la lourdeur comme n'étant ni actives, ni passives. Ensuite, il donne la définition des quatre premières, dont deux sont actives (θερμὸν, ψυχρὸν), les deux autres passives (ξηρὸν, ὑγρόν).

Le chaud est ce qui réunit les choses de même nature.

Le froid est ce qui réunit indifféremment les choses de même nature et celles qui ne le sont pas.

Le fluide est ce qui n'est pas limité extérieurement par ses propres limites, et est facile à limiter.

Le sec (solide) est ce qui est bien limité par ses propres limites, et se limite d'ailleurs difficilement.

Les autres qualités proviennent de celles qui viennent d'être définies. Mince ou subtil appartient au fluide, tandis que gros appartient au sec; de même, visqueux est une modalité du fluide comme le friable du sec; de même mou se rattache à fluide, et dur se rattache à sec; enfin, Aristote laisse entendre que lisse est ce qui est humide ou fluide à sa surface, tandis que ce qui est privé d'humidité, sec, sera rude au toucher.

Il conclut que toutes ces qualités se réduisent au couple :

fluide et *sec*. Comme, d'autre part, *chaud* et *froid* ne peuvent pas s'y réduire, il y aura quatre qualités tangibles fondamentales : le chaud et le froid, le fluide et le sec.

Or, les qualités contraires ne pouvant pas se rencontrer dans le même sujet, on ne peut faire au moyen de ces quatre qualités que quatre combinaisons : chaud et sec, chaud et fluide, froid et fluide, froid et sec; et il se fait que chacun de ces couples convient à un des quatre corps simples : le premier au feu, le second à l'air, le troisième à l'eau, le quatrième à la terre, ce qui est une confirmation des considérations cosmologiques exposées plus haut.

Chaque élément possède ainsi deux qualités élémentaires, de telle sorte cependant que l'une des deux soit dominante. La terre est surtout sèche, l'eau surtout froide, l'air surtout fluide, et le feu surtout chaud.

Au moyen de ces qualités, les éléments réagissent les uns sur les autres, et d'abord se transforment l'un en l'autre. Chacun des quatre éléments peut être transformé en n'importe quel autre; cette transformation se fera plus ou moins facilement, suivant que l'élément qui la subit a une qualité commune avec celui qui en est le terme, ou bien n'en a pas. Ainsi l'air devient facilement de l'eau par refroidissement, parce que ces deux éléments sont fluides; il est plus difficilement transformable en terre qui n'est ni fluide ni chaude, tandis que l'air possède ces deux qualités; et il en est de même des autres.

Ensuite, la réaction des éléments produit les corps composés. Afin qu'il y ait réaction, il faut que les corps en présence soient en quantité proportionnée, sinon celui qui l'emporte transforme simplement en sa substance celui qui est en quantité moindre.

Mais si les qualités contraires se font équilibre, il résultera de la réaction un corps possédant des qualités moyennes. Ainsi des éléments naît la substance des êtres vivants, les chairs et les os.

Tous les corps terrestres qui, étant différents des éléments eux-mêmes, ont une nature définie dans le règne minéral, végétal ou animal, résultent de la combinaison des quatre éléments. Le lieu où ils se trouvent indique déjà que la terre entre dans leur composition.

L'eau unie à la terre communique à celle-ci la cohésion qui lui fait défaut lorsqu'elle n'est pas imbibée d'humidité. Et puisque la production des corps a pour principe la contrariété des éléments, il faudra admettre dans le composé qui contient la terre et l'eau, l'existence de l'air qui est opposé à la terre, et du feu qui est opposé à l'eau.

Cette conclusion est confirmée, pour ce qui concerne les êtres vivants, par le fait qu'il faut les différents éléments pour les nourrir, et que, quand ils périssent, ils se résolvent en les mêmes éléments.

Lorsqu'un corps simple ou composé convertit un autre corps en sa substance, il y a croissance; il y a diminution dans le cas contraire; lorsque la réaction modifie les qualités sans atteindre la substance, il y a altération; lorsque enfin la modification des qualités entraîne la transformation de la nature, il y a destruction et production de substance corporelle, soit par transformation simple du principe passif, comme lorsque le feu transforme l'eau en air, soit par combinaison ou mélange, ainsi qu'il a été expliqué.

Le quatrième livre de la météorologie d'Aristote est consacré à expliquer les effets de la réaction des qualités élémentaires. Le philosophe a principalement en vue les substances qui entrent dans la composition des corps organisés, comme le bois, la chair, les os, la corne, le lait, le sang, etc.

Dans ces corps dominent l'eau et la terre, la première fluide, la seconde sèche. La chaleur et le froid y déterminent la génération ou la putréfaction, ou bien encore des altérations diverses, suivant les modalités que leur action peut revêtir, et suivant les dispositions de ces corps eux-

mêmes. Ces dispositions dépendent surtout de la prédominance plus ou moins considérable de la terre ou de l'eau dans leur composition. Aristote entre à ce sujet dans des considérations fort détaillées, mais assez confuses, qu'il serait fastidieux d'exposer tout au long.

Le Stagirite s'est servi de l'hypothèse des quatre éléments pour l'explication des phénomènes qu'il appelle météorologiques, les seuls parmi les phénomènes physiques qui soient étudiés d'une manière systématique dans ses ouvrages.

Ce serait trop nous écarter de notre sujet que d'exposer en détail les explications qu'Aristote donne de tous ces phénomènes, et qui contiennent du reste nombre de remarques intéressantes et d'observations justes; disons seulement ce qui est nécessaire pour comprendre le rôle que jouait dans sa météorologie l'hypothèse des quatre éléments.

Les éléments terrestres sont, dit-il, comme la matière des météores, tandis que la cause active en est l'influence du Ciel et surtout du Soleil.

Le monde sublunaire étant contigu au Ciel, celui-ci entraîne dans son mouvement les régions extrêmes de l'atmosphère; ce mouvement raréfie l'air, et l'échauffant le transforme en feu.

Cette action, comme l'expérience le confirme, appartient surtout au Soleil, dont le mouvement est à la fois assez rapide et assez rapproché, tandis que le mouvement des étoiles est trop éloigné, celui de la Lune trop lent.

L'action du Soleil produit ainsi par réchauffement la sphère du feu, — quoique d'ailleurs cet astre ne soit pas chaud lui-même, mais seulement brillant.

Cette chaleur du Soleil se communique aux régions inférieures et en fait monter une double exhalaison : l'une des parties humides du globe, humide elle-même et relativement lourde (ἀτμίς), l'autre des parties sèches du globe, fumeuse,

sèche et légère (ἀναθυμίασις καπνώδης). Celle-ci s'élevant dans les hautes régions de l'atmosphère qui participent au mouvement du Ciel, et où règne une température élevée à cause du voisinage de la sphère du feu, s'enflamme et produit ainsi les météores ignés : les étoiles filantes et les bolides, les comètes (qu'Aristote range parmi les météores, de même que la voie lactée, comme nous l'avons déjà dit).

L'exhalaison humide, arrivée dans la région moyenne de l'air, s'y refroidit et s'y précipite, redevient de l'eau et produit les météores aqueux : les nuages et le brouillard, la rosée et la gelée blanche, la pluie, la neige, la grêle.

Pour expliquer les circonstances particulières dans lesquelles se produit ce dernier phénomène, notamment pourquoi la grêle se forme de préférence à peu de distance du sol, et plutôt à la fin de l'été et au printemps qu'en hiver, Aristote a recours à une action répulsive qu'exerce sur le froid la chaleur environnante et qui, condensant le froid, le rend plus intense (ἀντιπερίστασις).

L'exhalaison terrestre sèche, se mouvant autour de la terre, constitue les vents, et, s'engouffrant dans le sol, occasionne les tremblements de terre; tandis que, renfermée dans les nuages, elle produit, en s'échappant avec violence, les typhons, le tonnerre et l'éclair.

Enfin, l'exhalaison sèche et l'exhalaison humide, qui se forment dans le sein de la terre, déterminent la production des minéraux : les uns (τὰ ὀρυκτά), comme la sandaraque, l'ocre, le minium, le soufre, le cinabre, proviennent de l'exhalaison sèche; les autres (τὰ μεταλλευτὰ), généralement fusibles, proviennent de l'exhalaison humide qui s'est coagulée en se mêlant avec les éléments terreux.

(*La fin au prochain n°.*)

J. LAMININNE,
directeur du Séminaire de St-Trond.

Note sur une perturbation barométrique observée dans la caverne du « Höll-Loch » (Trou d'Enfer) à Muotathal (Suisse), ainsi que sur quelques constatations thermométriques.

Le 17 mai 1904, c'est-à-dire pendant la période de la fonte des neiges, je me trouvais dans la caverne du « Höll-Loch » (environs du lac des Quatre-Cantons) dans le but d'explorer un abîme profond de plus de 100 mètres, abîme qui relie la grotte supérieure aux galeries inférieures, occupées d'une façon permanente par la rivière souterraine (1). La descente, quoique difficile, m'a permis, avec l'aide de plusieurs hommes, de parvenir à environ 70 mètres plus bas que la galerie supérieure. A cet endroit, une violente cascade souterraine, d'une hauteur approximative de 40 mètres, m'empêcha de poursuivre l'exploration. Je ne remarquai rien de spécial à mon baromètre altimétrique, qui marchait régulièrement.

Le 23 mai, à la suite de précipitations pluviales et d'une brusque fonte de neige, due alors aux rayons très ardents du soleil, je me rendis de nouveau dans la caverne et un bruit sourd et très violent m'indiqua que la cascade souterraine avait augmenté de débit dans des proportions considérables. Un de mes hommes tenta de descendre dans l'abîme, mais, selon mes prévisions, il y fut arrêté à 20 mètres de profondeur par une effrayante chute d'eau tombant en plusieurs bonds jusqu'à près de 100 mètres plus bas.

Au rebord de l'abîme — dont la paroi rocheuse tremblait sous l'influence de l'énorme cataracte souterraine — je constatai alors que l'aiguille de mon baromètre altimé-

(1) Une étude hydrologique complète de cette caverne paraîtra ultérieurement dans le *Bulletin de la Société belge de géologie*.

trique oscillait rapidement, régulièrement et d'une façon continue, à droite et à gauche de la normale, et que l'amplitude totale de ces oscillations (durée de la double oscillation = 1 seconde) était de 18 à 20 millimètres de hauteur barométrique.

Je quittai la galerie conduisant à l'abîme pour venir constater la hauteur des eaux d'inondation dans la galerie supérieure de la caverne, et au niveau de l'eau noyant complètement un siphon, par conséquent dans un couloir en cul de sac, à un endroit éloigné de 70 mètres de l'entrée de la grotte et à peu près à la même distance de la chute d'eau, mais séparée d'elle par plusieurs coudes, je remarquai toujours les mêmes perturbations barométriques. Aucun mouvement appréciable du milieu ambiant n'indiquait un appel d'air si violent, appel qui cependant devait exister et même être, semble-t-il, la seule cause de ces oscillations. J'ai observé ce phénomène dans toute la partie alors accessible de la caverne, mais il diminuait d'intensité vers la sortie pour cesser complètement à l'extérieur. Je dois ajouter que l'entrée de la grotte n'est accessible qu'en rampant; par conséquent ce dispositif facilite l'appel d'air intérieur.

Pourquoi absolument rien d'anormal n'a-t-il été constaté le 17 mai, alors que la chute souterraine — moins importante, il est vrai — tombait d'une hauteur de 40 mètres, et pourquoi un trouble barométrique si considérable a-t-il été noté le 23, alors que la masse d'eau — plus puissante que précédemment — se précipitait dans le gouffre d'une hauteur de près de 100 mètres? Ces violents appels d'air — appréciables seulement au baromètre — seraient-ils dus à un siphonnement intermittent de grande force? Comment expliquer ces oscillations si rapides? Autant de questions, autant d'énigmes.

M. E.-A. Martel, le savant spéléologue français bien connu, me dit avoir observé parfois (notamment dans la

grotte de Dargilan) des troubles barométriques bizarres : sautes de 3 à 4 millimètres en quelques minutes, marche de l'aiguille en sens inverse de la normale, etc. Il avait déjà signalé l'intérêt qu'il y aurait à étudier ces accidents, qu'il n'a pas encore eu le temps d'approfondir.

Ajoutons deux mots relativement à la température du « Höll-Loch » :

Les galeries supérieures de cette caverne ont une température qui se maintient très généralement entre 4° C. et 5° C., ce qui représente la moyenne thermique annuelle de l'endroit (indiquée par la station météorologique, très voisine, de Bisisthal) et le degré thermométrique très général des eaux de la rivière souterraine.

A la descente de l'abîme du Kreusweg, gouffre dans lequel s'est produite la violente cascade signalée ci-dessus, j'ai constaté à deux reprises 4°5 C. à 20 mètres de profondeur, 5° C. à 25 mètres, 7° C. à 50 mètres et jusqu'à 8° C. au voisinage de la cascade, qui m'a empêché de pousser l'exploration plus loin.

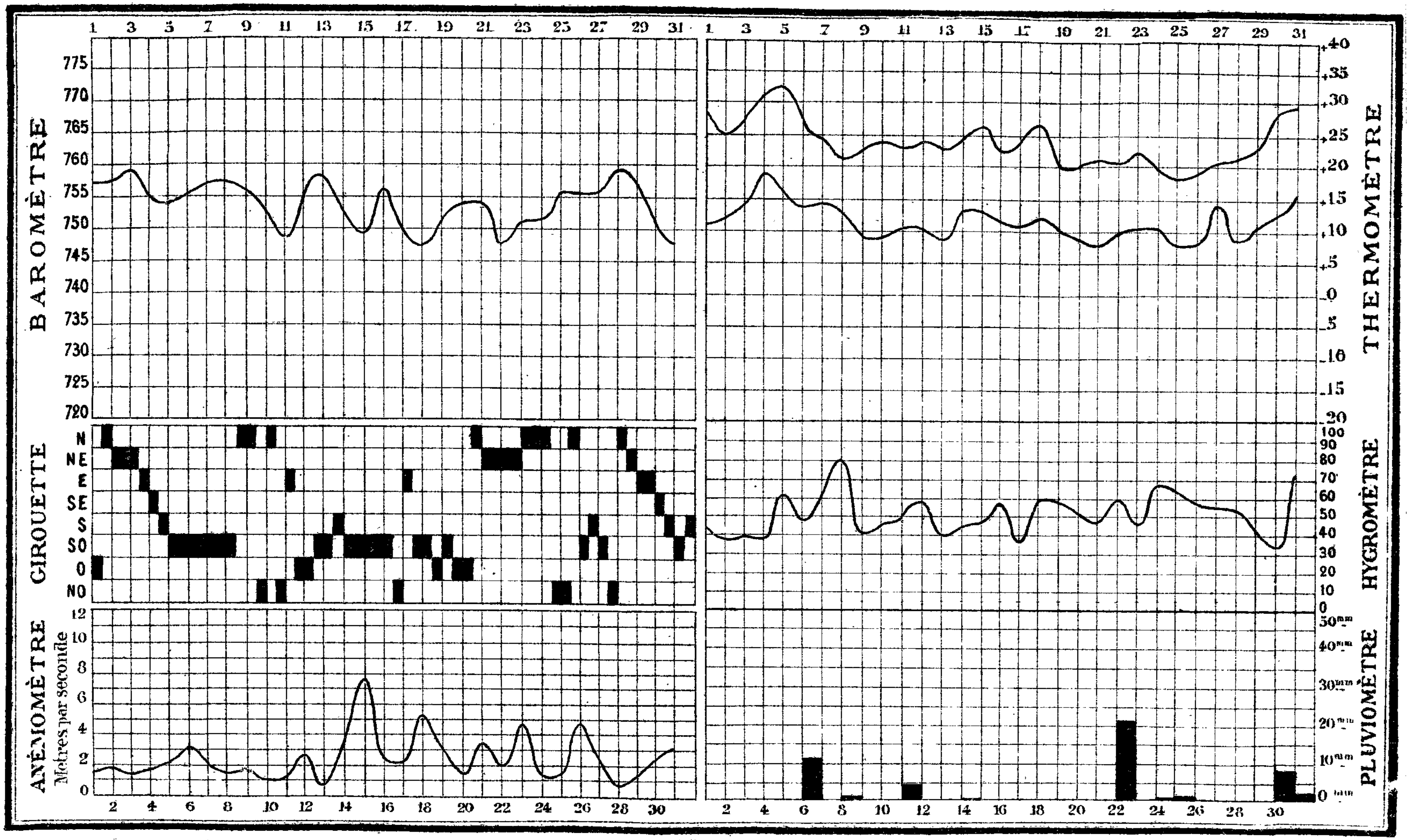
Un de mes compagnons me dit avoir remarqué plusieurs fois des températures de 10 à 11° C. au fond de l'abîme.

Chose curieuse, les eaux de la rivière souterraine, comme les eaux stagnantes de la caverne, n'atteignent pas et de loin ces températures.

La température d'une grotte est chose si complexe qu'il faut de multiples observations, faites dans des conditions spéciales, avant de pouvoir en tirer des déductions sérieuses. Je signale seulement ici ce fait, en me proposant de revenir prochainement sur la question, à propos d'une étude thermométrique complète que je compte faire dans la grotte de Remouchamps.

E. RAHIR.

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Août 1904.



N. B. – La courbe thermometrique superieure represente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inferieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Revue climatologique mensuelle.

AOUT 1904.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	752,6mm	754,1mm
— — — la plus élevée.	756,7	. .
— — — — basse.	747,9	. .
Température moyenne du mois. . . .	17°3	17°9
— — la plus élevée . .	20,4	. .
— — — basse . .	14,3	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	35,3	32°5
Minimum — — . . .	5,6	7,6
Nombre de jours de gelée	0	0
— maximum de jours de gelée . .	0	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	220	275
— — (total possible) . . .	449	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(30), W(22), NW (10), S(9)	SW (28), N (18) W(13), NW(10)
Vitesse moyenne du vent.	3,7m	2,5m
Humidité à midi	66,3	52,2
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	3,6mm	6,5mm
— totale du mois	110	202
Hauteur de pluie tombée	74	50
— de neige —	0	0
— totale d'eau —	74	50
— maximum —	206	. .
— minimum —	18	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	16	11
— de pluie	17	16
— de neige	0	0
— de grêle	0,3	0
— de tonnerre	3,8	3
— de brouillard	3	0
— couverts	1,0	0
— sereins	0,5	0
Nébulosité moyenne	6,3	5,9

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

Nous avons indiqué d'une manière rapide, dans les deux numéros précédents de la Revue, les caractéristiques de la climatologie d'août 1904 au point de vue de la température et des précipitations. Nous allons rappeler ces indications, en les complétant.

Les fluctuations du thermomètre au cours du mois ont été les suivantes :

PÉRIODES.	TEMPÉRATURE en août 1904.	TEMPÉRATURE normale.	Différence.
1er au 7	21°3	17°6	+ 3°7
8 au 13	16,5	17,5	— 1,0
14 au 18	18,7	17,9	+ 0,8
19 au 26	14,8	17,0	— 2,2
27 au 31	18,8	16,3	+ 2,5

Il a fait très chaud du 1er au 7 et frais du 19 au 26. La première période a donné le maximum absolu du mois, 32°5 (le 4); la seconde, le minimum, 7°6 (le 25).

A partir du 29 une nouvelle hausse thermique très accentuée s'est produite, et elle a fait monter le mercure : le 29 à 25°6, le 30 à 29°7. On n'avait plus noté 25° depuis le 17.

Les nuits des deux périodes à température inférieure à la normale ont été réellement froides.

Du 9 au 13, la moyenne des minima est descendue à 9°7 (normale = 13°1), et du 19 au 26, à 9°2 (normale = 12°8). Aussi les gelées blanches ont-elles été fréquentes en Ardenne durant ces deux périodes. Certains minima absolus de cette région ont été fort bas :

Libramont	2°1
Étalle	1,4
Carlsbourg	1,0
Bastogne	0,4
Ville-du-Bois	0,4
Bernistap	— 0,8

Ces températures ont été observées le 24 ou le 26. A Bernistap (près de Tavigny) on avait déjà noté — 0°4 le 23,

et un thermomètre non abrité, placé sur le gazon, y a marqué :

le 13	— 1°8
le 19	— 0,4
le 23	— 1,8
le 26	— 1,9

A Uccle, le 25, un thermomètre semblablement installé a renseigné 1°4. Du 19 au 26, la moyenne des minima sur le gazon y a été de 3°5 seulement.

Août 1904 a été sec. La plupart des stations ont recueilli de 35 à 45 millimètres d'eau; un certain nombre d'autres, un peu plus ou un peu moins. Pour l'ensemble, la hauteur moyenne est voisine de 40 millimètres.

Il y a lieu de remarquer que ce total a été notablement grossi par une ou deux journées orageuses, celles du 6 et du 22 particulièrement :

Le 6.

	mm
Tilff	21,8
Verviers	25,6
Barrage de la Gileppe	22,0
Saint-Roch	29,3

Le 22.

Nieuport	23,0
Houthem	23,0
Pollinchove	34,0
Lombeek-Notre-Dame	20,0
Uccle	21,4
Boitsfort	20,0
Mont-Saint-Jean	30,0
Haut-Ittre	25,0
Lillois	25,0
Houtain-le-Val	22,5
Wavre	22,0
Sichem	25,0
Verviers	20,0
La Roche	21,1

Le 6, ces fortes pluies d'orage ont été localisées dans la partie Est de la province de Liége; le 22, dans le Brabant.

La sécheresse a été particulièrement intense dans toute la zone formée par les provinces de Flandre orientale, d'Anvers et de Limbourg, où le total pluviométrique du mois ne s'est élevé, en moyenne, qu'à 22 millimètres. La Flandre orientale n'a reçu que $20^{mm}7$, et bon nombre de stations de cette province ont enregistré des totaux exceptionnellement faibles, entre autres :

	mm
Somergem	16,3
Schipdonck	12,3
Roodenhuize	12,3
Dacknam	13,0
Termonde	17,1
Gand	11,8
Audenarde	18,5
Berchem	13,0
Hoorebeke-Saint-Corneille	19,6
Alost	15,0

Quelques très faibles totaux ont été renseignés aussi par des stations de la province d'Anvers :

	mm
Desschel	16,9
Gheel	18,6
Herenthals	18,2
Emblehem	14,0

Les totaux les plus élevés ont été constatés à :

	mm	
Houthem	63,8	Flandre occidentale.
Pollinchove	72,0	
Mont-Saint-Jean	72,0	Brabant.
Libramont	66,4	Luxembourg.
Spa	78,3	Liége.
Verviers	66,2	
Barrage-Gileppe	64,0	
Baraque-Michel	66,8	
Saint-Roch	98,8	

On a compté en général de 2 à 4 jours de tonnerre. Iseghem en a noté 5 et Bourg-Léopold 7.

Deux journées seulement, les 5 et 22, ont été marquées en quelques points par des orages d'une certaine intensité.

Le 5, un homme a été foudroyé à Beverst lez-Bilsen (près de Hasselt), un poteau téléphonique a été frappé à Glabbeek, une meule de blé a été incendiée à Oosthoven; d'autres coups de foudre encore ont été constatés dans cette dernière commune.

A Cortemarck, près de Thourout, l'orage du 5 a été particulièrement violent. Le fluide a occasionné des incendies en divers endroits, et il est tombé sur une briqueterie, terrassant cinq des ouvriers, qui s'étaient abrités sous un amas de briques; une des victimes a été relevée à l'état de cadavre et les quatre autres ont été plus ou moins grièvement blessées.

A Spa, le pluviomètre a recueilli 31^{mm} d'eau.

Le 22, comme nous l'avons vu plus haut, les phénomènes orageux ont été caractérisés en beaucoup d'endroits par des pluies très copieuses, surtout au centre du pays. De plus, à Huysinghen une maison a été incendiée par la foudre, et à Tubize la fabrique « la Soie » l'a été partiellement; à Brages un homme a été foudroyé; à Zuen, un grand peuplier du Canada a été fendu de haut en bas; à Groenendael, un hêtre a été atteint; à Laroche (Luxembourg), la foudre a pénétré dans une maison par la cheminée.

Voici quelques détails sur le coup de foudre de Tubize. Le fluide est tombé sur le pylône vers lequel convergent tous les câbles électriques de l'usine : ceux de la force et ceux de la lumière. Les conduites ont été coupées, le cuivre fondu et l'enveloppe brûlée, d'où extinction des lampes et arrêt des machines. Le fluide a atteint alors un cylindre sur lequel était enroulé du nitro-coton. La matière a immédiatement pris feu, puis celui-ci s'est rapidement communiqué aux autres cylindres, et a envahi cette partie de la fabrique. Une dynamo de 1 000 ampères a eu ses bobines brûlées. Le paratonnerre à conducteurs multiples placé sur la cheminée de l'usine n'a pas protégé les bâtiments environnants. Nous ignorons s'il se trouvait dans toutes les conditions voulues d'efficacité.

Nous ajouterons aux notes qui précèdent la mention des faits suivants, qui se sont passés à d'autres dates que les 5 et 22 :

Le 4, vache foudroyée près d'Ypres.

Le 11, pluie extrêmement intense dans la région de Mons : à Mons même

il tombe 5^{mm} en 8 minutes; à Pâturages, 6^{mm} en 12 minutes. Grêlons de la grosseur d'une petite bille à jouer (1 cent. de diamètre environ).

Le 25, homme foudroyé aux environs de Menin; il se trouvait près d'une meule de blé.

Le degré hygrométrique moyen (à midi) a été de 49.3 du 1er au 17, et de 55.6 du 18 au 31. Dans la première période des minima assez remarquables ont été constatés :

31	le 2
29	le 3
25	le 4
30	le 13
31	le 17

Dans la seconde période, on a encore observé 32, les 21 et 30.

Il n'y a pas eu un seul jour sans soleil, et on a joui de 61 p. c. des heures d'insolation que comporte le mois d'août

Des halos solaires ont été fréquemment observés : 14 jours ont été marqués par la présence plus ou moins prolongée du phénomène.

Durant presque tout le mois, peut-on dire, le régime atmosphérique général a été anticyclonique, parfois légèrement troublé, sur nos contrées, par la formation de petits mouvements orageux.

Aussi le vent a-t-il été faible, principalement dans la première quinzaine. Du 1er au 13, en effet, la vitesse moyenne de l'air n'a été que de 1^m8 à la seconde. Du 14 au 26 elle a été un peu plus grande : 3^m4 à la seconde. La fin du mois a également été très calme.

Une seule journée, celle du 15, a donné une moyenne assez forte pour une certaine durée : de 10 à 19 h. cette moyenne a été de 11^m0, et de 12 à 13 h., de 12^m7. Cette dernière valeur représente la vitesse horaire maxima pour tout le mois. Le 18, de 8 à 10 h., on a encore enregistré 10^m1 en moyenne.

Les vents du quadrant NW. à NE. ont soufflé aussi souvent que ceux de SW. et W., qui prédominent habituellement en août. Les premiers comprennent 38 p. c. des directions observées, les seconds 41 p. c., mais ceux-ci étant en déficit et ceux-là en excès de 11 p. c.

Le vent a été très variable, c'est-à-dire qu'à aucun moment du mois la girouette ne s'est fixée nettement en l'un ou l'autre point de la rose. Du 11 au 20 seulement, elle a manifesté une certaine tendance à rester dans le quart S.-W. La courbe barométrique a été non moins oscillante, comme on peut le voir en jetant un coup d'œil sur le diagramme; mais l'amplitude des oscillations n'a pas été grande (16^{mm} au maximum, du 22 au 28).

Le 31, M. A. Bracke, ingénieur à Mons, a observé un arc-en-ciel quadruple. Le phénomène est assez rare pour mériter d'être décrit :

Une averse venait de cesser (17^h55^m à 18^h30^m), lorsqu'apparut un arc-en-ciel superbe : une demi-circonférence complète, très large, avec des couleurs magnifiques, présentant distinctement les sept teintes du spectre. Un peu au-dessus, moins distinct et moins large, se trouvait un segment d'arc présentant le rouge, le jaune et le vert d'une façon visible. Sous, et très près du grand arc, on en voyait un troisième ayant une largeur égale au quart environ de ce dernier, et ne montrant que deux teintes : le rouge-mauve et le vert. Sous ce même arc, enfin, on en remarquait distinctement, mais à certains moments seulement, un quatrième, teinté comme celui qui le surmontait. Le phénomène dura un quart d'heure.

Les conditions exceptionnellement favorables de l'été ont eu pour effet de permettre la rentrée des récoltes un mois plus tôt environ que dans une année ordinaire.

A. LANCASTER.

Phénomènes sismiques principaux enregistrés à Uccle.

AOUT 1904.

DATES.	P. T.	L. W.	FIN.	OBSERVATIONS.
	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	
11 août . .	6.11.33	6.19.21	6.42. 0	»
18 — . .	20. 9.19	20.21. 1	20 48. 0	»
24 — . .	21.12.37	21.51. 7	22.30. 0	»
27 — . .	22. 6 44	22.24.14	23.30. 0	»
30 — . .	12. 3.55	12.27.40	12.52. 0	»

A une période de calme sismique absolu, s'étendant du 27 juillet au 11 août, a succédé, comme l'indique le tableau ci-dessus, une série de tremblements de terre d'origine lointaine, qui tous ont été assez importants. Notons principalement ceux du 24, du 27 et du 30, dont l'amplitude a atteint respectivement 14^{mm}, 17^{mm} et 18^{mm}. La longue durée des sismes du 24 et du 27 est assez remarquable, ainsi que certaines périodes d'oscillations qui atteignent jusque 25 secondes.

Quant à la direction des oscillations du sol pendant ces troubles sismiques, nous avons pu la déterminer pour le tremblement de terre du 27. On distingue en effet, sur le diagramme, le sens dans lequel a eu lieu le premier déplacement, ce qui n'est pas le cas pour tous les tremblements de terre. Pendant la secousse du 27, le pendule, dont le plan occupe à peu près la direction SW.-NE., ayant été le plus affecté et le premier déplacement ayant eu lieu vers le NW., les oscillations du sol étaient dirigées sensiblement du SE. au NW.

Pour les 24, 27 et 30, on annonce des tremblements de terre répétés dans l'île de Samos; cela confirmerait complètement les données du sismographe.

E. SOMVILLE,
Assistant à l'Observatoire.

NOTES.

La télégraphie sans fil et la prévision du temps. — Depuis un peu plus de deux mois, grâce à l'initiative d'un grand journal anglais, le *Daily Telegraph*, et avec l'assistance de la Compagnie Marconi et de plusieurs lignes télégraphiques de l'Atlantique, des informations relatives au temps sur l'Océan sont reçues chaque jour par ce journal au moyen de la télégraphie sans fil.

Ces informations, fournies par les steamers en cours de route vers l'Amérique et transmises à la côte anglaise par l'appareil de Marconi, comprennent: 1° la position du navire (longitude et latitude); 2° la pression barométrique; 3° la température; 4° la direction et la force du vent; 5° l'état du ciel; 6° l'état de la mer.

Lorsque ces renseignements sont communiqués simultanément par plusieurs transatlantiques, on les reproduit sur une carte, et il est aisé alors de tracer des isobares et des isothermes, qui établissent la situation atmosphérique sur l'Atlantique à un moment déterminé. En comparant ces données avec celles obtenues des stations météorologiques de Valencia ou du cap Lizard, situées respectivement au SW. de l'Irlande et de l'Angleterre, on peut se rendre compte des variations ou de la stabilité de la pression atmosphérique sur de vastes espaces au large des Iles britanniques.

On a ainsi les éléments d'une prévision très rationnelle du temps pour plusieurs jours à l'avance, souvent pour une semaine. Du reste, le *Daily Telegraph* fait suivre les télégrammes d'une discussion approfondie des données transmises; il a pu ainsi, à plusieurs reprises, annoncer des changements de temps en Europe qui se sont pleinement vérifiés.

Un télégramme est parvenu dernièrement d'une distance de 900 milles.

Le système va naturellement se perfectionner et se compléter. Déjà le « Weather Bureau » des États-Unis va l'appliquer pour obtenir des informations du Pacifique et de l'Atlantique. Ces informations, combinées avec celles reçues en Europe, seront d'une valeur inappréciable pour la prévision du temps sur toute la partie occidentale de notre continent (1).

Rappelons que depuis fort longtemps on a cherché à établir, en plein océan, un poste fixe permettant de connaître, même de façon plus ou moins approchée, les conditions de l'atmosphère sur l'Atlantique. On a songé un instant au fameux rocher du Rockall, mais il a fallu bientôt abandonner ce projet.

---

(1) On sait que les dépressions et les anticyclones se meuvent sur l'hémisphère nord suivant une direction sensiblement W.-E., d'où l'importance pour nous de savoir constamment ce qui se passe sur l'Atlantique.

Plus tard, le *New York Herald*, par une entente avec les grandes lignes transatlantiques, a pu recevoir des paquebots, dès leur arrivée à New-York, les observations qu'ils avaient recueillies en mer, et être à même, ainsi, de lancer en Europe des avis signalant l'approche des tempêtes. Mais ces annonces, très favorablement accueillies, ont cessé depuis un certain temps, si nous sommes bien informés.

Il y a vingt-cinq ans, le regretté météorologiste danois Hoffmeyer avait dit déjà : « On doit tâcher d'établir pour l'océan Atlantique un service du temps régulier, et basé sur l'état de choses réellement existant (1) ». Espérons que ce vœu se trouvera bientôt et pleinement réalisé, au grand profit d'une foule d'intérêts de tous genres.

— LES FORTES CHALEURS DE JUILLET 1904 EN FRANCE. — Nous extrayons d'une intéressante note publiée par M. G. Barbé dans le dernier n° de l'*Annuaire* de la Société météorologique de France, quelques indications sur les hautes températures observées dans ce pays au cours de juillet dernier. Voici d'abord un tableau de la fréquence des maxima diurnes supérieurs à 25°, 30° et 35° :

STATIONS.	NOMBRE DE JOURS AVEC MAXIMUM SUPÉRIEUR A			Maximum absolu.
	25°	30°	35°	
Charleville	24	15	2	37°0
Paris (Saint-Maur)	23	13	2	36,9
Le Mans	26	12	3	37,6
Brest	8	3	0	33,0
Nantes	18	7	2	37,1
Besançon	23	16	0	34,6
Lyon	28	20	6	36,3
Clermont-Ferrand	26	16	0	34,6
Bordeaux	26	14	4	38,5
Toulouse	30	23	8	37,0
Perpignan	31	21	4	37,4
Marseille	31	27	1	35,0
Nice	31	25	2	35,0

On voit que c'est dans les régions du sud, au-dessous du 44e degré de latitude, qui passe un peu au-dessus de Toulouse et de Nice, que les températures élevées ont été les plus nombreuses. Les maxima supérieurs à 30° ont commencé à s'y manifester à partir du 3 juillet ; ils n'ont été constatés

(1) Voir la première année de *Ciel et Terre*, p. 197.

dans toute la France, sauf cependant dans l'extrême nord, qu'à partir du 6 et du 7 juillet. Ces températures élevées cessent dès le 10 ou le 12 sur les côtes de la Bretagne et de l'Océan, où éclatent des orages nombreux. Les fortes chaleurs se manifestent de nouveau sur ces régions pendant quelques jours, depuis le 15 jusqu'au 18 et 19 juillet. Partout ailleurs, sauf à Nice et dans l'Hérault, les températures supérieures à 30° cessent à partir du 25, à la suite des pluies orageuses générales du 24 au 25 juillet ; elles se reproduisent dans les stations du sud à partir du 28, et ne gagnent de nouveau les autres régions que le 30 et le 31.

En certains points, la température a atteint des valeurs absolument remarquables. A l'École d'agriculture de Montpellier, un maximum de 42°9 a été observé à 3 h. du soir, le 19 juillet.

Cette température extraordinaire rappelle celles que l'on ne constate habituellement que dans les stations algériennes, et elle constitue le record de la température en France.

La plus grande valeur qu'on avait observée jusqu'à présent, dans des conditions offrant toute garantie d'exactitude, était de 41°2, maximum noté à Poitiers le 24 juillet 1870.

A propos de ce dernier maximum, M. Angot avait fait remarquer, dans son *Traité de météorologie*, que des températures supérieures pourraient être constatées dans la région de Nîmes et de Montpellier; l'observation citée plus haut confirme l'exactitude de cette prévision.

Juillet 1904, malgré l'impression marquée qu'il aura laissée sur le public d'un mois de chaleurs extraordinaires, n'est cependant pas le plus chaud qu'on ait eu à supporter en France, tout au moins depuis cent cinquante ans que des observations sont faites à Paris. En effet, la moyenne de ce mois a été de 21°1 au parc Saint-Maur; or, M. Angot a établi que la moyenne normale de juillet pour cette station est de 18°3. Pendant les cinquante dernières années, les mois de juillet les plus chauds, c'est-à-dire ceux dont la moyenne mensuelle a été la plus élevée, ont été : celui de 1859, avec une moyenne de 22°0, surpassant la normale de 3°7; puis juillet 1900, avec une moyenne de 21°6, supérieure de 3°3 à la normale; ensuite celui de 1852, dont la moyenne a été de 21°5 et l'écart de 3°2; enfin, le mois de juillet 1904, dont la moyenne de 21°1 n'est supérieure que de 2°8 à la normale.

Il est intéressant de connaître quels ont été les points les plus hauts atteints par le thermomètre en différentes stations de Paris et de sa banlieue. On a relevé : 39°9 à Fontenay-aux-Roses, 39°4 à Achères, 38°3 à l'hôpital Saint-Louis, 34°3 au sommet de la tour Eiffel, 37°8 au Bureau central météorologique et à Passy, 37°4 à Sèvres, 37°1 au parc Montsouris, 36°9 à la tour Saint-Jacques, au parc Saint-Maur et à Ville-Evrard. Tous ces maxima ont été notés le même jour, le 17 juillet.

A Juvisy, au sud de Paris, un thermomètre placé à la surface du sol a indiqué 61°0 le même jour, et un thermomètre à boule noircie est monté à 71°0.

— INVASION DE PAPILLONS BLANCS AU BORD DE LA MER. — Les 13 et 14 juillet dernier, on a observé à La Panne une quantité considérable de papillons blancs voltigeant en bandes serrées. On en a trouvé aussi des milliers sur la plage, mais à l'état de cadavres; ils avaient été rejetés par les flots, où ils avaient trouvé la mort.

Deux jours auparavant, les 11 et 12 juillet, pareille invasion de papillons blancs avait été remarquée aux environs de Granville, sur la Manche.

A mainte reprise, les revues climatologiques de *Ciel et Terre* ont signalé des migrations analogues, ayant eu lieu, comme en juillet dernier, au voisinage de la mer et en été, et toujours par température exceptionnellement élevée.

— ÉRUPTION VOLCANIQUE AU CONGO. — Une éruption volcanique s'est produite le 13 mai dernier dans la plaine, toute perforée de cratères, qui s'étend à l'ouest du grand volcan Karunga-Tsha-Nina-Gongo (nord du Kivu).

Cette éruption a duré trois jours; toute la plaine a été couverte de flammes, au milieu desquelles s'élevait une immense gerbe de feu de plusieurs centaines de mètres de hauteur.

L'éjection des gaz n'était pas accompagnée de gerbes de scories.

D'autre part, dans la baie de Kateruzi s'est produite une éruption sous-lacustre. A l'issue de cette éruption des milliers de poissons morts flottaient sur l'eau, jaunie par les vapeurs sulfureuses.

Le phénomène a été aperçu d'Utumbura et de Nya-Lukemba.

— EFFETS DU SIROCCO. — Le 27 août 1902, sous l'influence d'un coup de sirocco, la température s'est élevée à Tunis, à 9 h. du soir, à 40°5, en même temps que le degré d'humidité relative tombait à 5 p. c. Ce sirocco fut accompagné d'une chute de fine poussière rouge et de quelques chaudes gouttes de pluie.

Réflexions suggérées par la nouvelle théorie de la matière.

[Discours du Président de la *British Association for the Advancement of Science*, lors de la réunion de Cambridge, en août 1904. — Ce Président était le Premier ministre d'Angleterre, M. A.-J. BALFOUR, ancien élève de l'Université de Cambridge. On avouera qu'il n'est pas banal de voir un homme voué à la politique, engagé dans des affaires d'État de la plus haute importance, parler avec autorité de questions qui sont plutôt du domaine des hommes de science.]

Les réunions de notre Société ont généralement eu lieu dans des centres à population dense, où tout ce qui nous entourait nous a empêchés d'oublier — si pourtant un tel oubli était possible — combien est étroit le lien qui unit la science moderne à l'industrie moderne, les recherches abstraites du savant aux travaux de l'inventeur et du mécanicien, et cela, certes, à bon droit. La dépendance réciproque de la théorie et de la pratique ne peut être ignorée sans que l'on fasse tort à l'une et à l'autre, et celui qui déprécie cette collaboration montre qu'il n'éprouve pour aucune d'elles un attachement bien vif.

Et pourtant, après tout, puisque l'Association britannique a comme but l'avancement de la science, il est bon que nous prenions de temps en temps comme lieu de réunion un endroit où l'on dirige surtout les recherches vers la science pure plutôt que vers ses applications, vers la connaissance plutôt que vers l'utilité. Et nous ne pouvions certes faire un choix plus heureux que celui des paisibles locaux de cette vieille université, qui est, s'il en fut, le sol classique des découvertes physiques. C'est bien ici que ceux qui voient en la Physique la *Scientia scientiarum*, la racine de toutes les sciences qui ont pour objet la nature inanimée, doivent se sentir chez eux. Car, à moins que mon affection pour mon université ne me rende partial, nulle part ailleurs, dans aucun coin de la Terre, ne se trouve un endroit auquel

ont été liés, soit par leurs études de jeunesse, soit par les travaux de leur maturité, tant d'hommes remarquables pour avoir conçu de nouvelles et fécondes idées dans le domaine de la Physique. Je ne parlerai pas de Bacon, l'éloquent prophète d'une ère nouvelle, ni de Darwin, le Copernic de la biologie, car je ne traite pas aujourd'hui des contributions de Cambridge au développement général de la science. Ce qui m'occupe, c'est l'illustre série des physiciens qui ont étudié ou enseigné à quelques centaines de mètres de ce bâtiment, série qui commence à Newton, au XVIIe siècle, et qui se continue par Cavendish au XVIIIe, Young, Stokes, Maxwell au XIXe, par Kelvin, qui personnifie à lui seul toute une époque, jusqu'à Rayleigh, Larmor, J.-J. Thomson et l'école qui se groupe autour du laboratoire de Cavendish et dont les spéculations physiques promettent de rendre les dernières années du vieux siècle et les premières du nouveau aussi importantes que les plus grandes de celles qui les ont précédées.

Quelle est donc la tâche que ces hommes, ainsi que leurs illustres collaborateurs de tous les pays, se sont proposé d'accomplir ? A quelle fin menaient ces « nouvelles et fécondes idées » dont je parlais tantôt? On dit souvent que c'est à la découverte des « lois qui relient les phénomènes ». Mais c'est là une façon de présenter les choses qui peut causer des malentendus et qui est, à mon avis, très fausse. Tout d'abord, il est peu exact et susceptible d'amener des confusions, de désigner comme « phénomènes » des choses qui ne se montrent pas, ne se sont jamais montrées et ne se montreront jamais à des êtres si mal pourvus que nous d'organes de perception. Mais, outre cette erreur de langage, trop profondément enracinée pour être facilement extirpée, n'est-il pas, pour le fond, très inexact de dire que tout ce que nous cherchons, en étudiant la Nature, c'est de connaître ses lois? Le physicien recherche quelque chose de plus que ce qu'on peut appeler les « coexistences » ou les

« successions » des « phénomènes »; il tâche de pénétrer au delà des lois qui relient les choses que nous pouvons étudier directement; son but, c'est la réalité physique, une réalité qui puisse ou ne puisse pas être perçue directement, mais qui soit, en tout cas, indépendante de ce fait, une réalité qui constitue le mécanisme permanent de cet Univers physique avec lequel nos rapports immédiats, purement empiriques, sont si restreints et si trompeurs. Une telle réalité existe; des philosophes en ont douté, mais telle est la foi inébranlable de la science, et si, par impossible, elle devait disparaître sous les assauts de la spéculation critique, la Science, telle que les savants la conçoivent d'ordinaire, disparaîtrait en même temps.

Si l'une des tâches de la science, et en particulier de la Physique, est donc d'échafauder une conception de l'Univers physique dans sa réalité intime, toute tentative de comparaison des différentes esquisses de cette conception, tracées à divers moments du développement des sciences, doit inévitablement faire naître des questions du plus haut intérêt. Je dois forcément écarter celles qui sont d'ordre purement philosophique, à cause du caractère même de notre assemblée, et celles qui sont d'ordre purement scientifique, à cause de ma propre incompétence. Mais certaines d'entre elles peuvent être suffisamment près de la ligne de démarcation pour que, si je les aborde, les spécialistes qui règnent de plein droit sur chacun des deux domaines soient portés à regarder d'un œil indulgent les incursions que je pourrais faire sur leur terrain légitime.

Je vais donc essayer de comparer deux tableaux, dont le premier représentera les idées qui prévalaient vers la fin du XVIIIe siècle, un peu plus de cent ans après la publication des *Principia* de Newton, et à mi-distance environ entre cette date marquante et ce moment-ci. Je suppose que si, à cette époque, un savant de valeur moyenne avait été prié d'esquisser sa conception générale de l'Uni-

vers physique, il aurait dit qu'il est essentiellement composé de diverses espèces de matière pondérable, répandue dans l'espace en nombreuses combinaisons, offrant des aspects très variés sous l'influence de l'affinité chimique et de la température, mais obéissant, malgré toutes ses métamorphoses, aux lois du mouvement, conservant toujours sa même masse immuable, et exerçant à toute distance une attraction sur les autres masses matérielles, et cela suivant une loi simple. A cette matière pondérable, il aurait probablement ajouté, malgré Rumford, la chaleur dite inpondérable, rangée en ce temps-là parmi les éléments, et aussi les deux « fluides électriques » et les émanations corpusculaires que l'on croyait former la lumière.

Dans l'Univers ainsi conçu, la principale forme d'action entre ses constituants était l'action à distance; le principe de la conservation de l'énergie n'était soupçonné en aucune façon; l'électricité et le magnétisme, qui faisaient déjà l'objet d'importantes recherches, ne jouaient pas un grand rôle dans l'ensemble; et pour compléter le mécanisme de l'Univers, on ne sentait pas la nécessité d'un éther répandu partout.

Quelques mois après le moment où nous avons fait parler ce physicien, à cette conception générale de l'Univers vint s'ajouter quelque chose qui était destiné à la modifier profondément. Il y a environ cent ans, Young ouvrit, ou mieux rouvrit la grande controverse qui devait faire naître la théorie ondulatoire de la lumière, et la croyance à un milieu interstellaire capable de transmettre les ondulations. Mais cette découverte était bien plus que la substitution d'une théorie de la lumière d'accord avec les faits à une autre qui ne l'était pas; c'était la première introduction réelle (1) dans la représentation scientifique du monde d'un constituant nouveau et vraiment prodigieux, qui a changé depuis lors,

(1) L'hypothèse d'un éther n'était certes pas nouvelle, mais on ne peut dire qu'avant Young et Fresnel elle fût démontrée.

et change encore tout l'équilibre du système. Un espace illimité, semé çà et là de soleils et de satellites, formés et en formation, tels étaient les matériaux suffisants pour expliquer le mécanisme des cieux tel que le concevait Laplace. Un espace illimité rempli d'une substance continue, c'était là tout autre chose, et cela faisait entrevoir d'étranges développements. L'existence de l'éther une fois admise, il était impossible de croire qu'il existât uniquement pour transmettre à travers les régions interstellaires les vibrations qui par hasard stimulent le nerf optique de l'homme. Inventé tout d'abord pour remplir cette fonction, il ne pouvait pas être réduit à ce rôle. Comme chacun sait, des choses qui, d'après nos perceptions, sont aussi différentes que la lumière et la chaleur rayonnante, et des choses qui n'excitent en nous aucune perception, comme les vagues électriques de la télégraphie sans fil (1), ne diffèrent entre elles qu'en grandeur, et point en essence.

Ce n'est pas tout, loin de là! Franchissant le siècle qui sépare 1804 de 1904, essayons de nous faire une esquisse de la représentation du Monde, telle que l'imaginent ceux qui sont à la tête de la pensée contemporaine; nous constatons que, dans l'intervalle, elle a été modifiée non seulement par des découvertes aussi importantes que celles de l'existence d'atomes et de molécules constituant la matière sensible, de la théorie cinétique des gaz et des lois de la conservation et de la diffusion de l'énergie, mais encore par le rôle de plus en plus important que jouent l'électricité et l'éther dans toute explication de la réalité physique intime.

Pour ceux qui s'occupaient de la philosophie de la nature en 1700, l'électricité n'était rien de plus que la cause cachée d'un phénomène insignifiant (2). On savait depuis long-

(1) Décelées pour la première fois par les travaux théoriques de Maxwell et les expériences de Herz.

(2) L'histoire moderne de l'électricité commence avec Gilbert (a), mais je ne m'occupe dans ces remarques que de la période qui suit Newton.

(a) Voir, à ce sujet, la 23e année de la Revue, pp. 472 et 489.— On sait que Gilbert, mort en 1603, il y a donc trois siecles, était médecin de la reine Elisabeth. (*Note du trad.*)

temps que des corps tels que l'ambre et le verre pouvaient être rendus capables d'attirer des objets légers placés dans leur voisinage, et cependant on fut encore cinquante ans à constater les effets de l'électricité dans l'éclair, cent ans à la déceler sous la forme d'un courant. Ce n'est que cent et vingt ans plus tard environ qu'on découvrit ses rapports avec le magnétisme, et cent soixante-dix ans plus tard environ, ses rapports avec la lumière et les radiations de l'éther.

Mais aujourd'hui il est des gens qui regardent la matière brute, la matière à laquelle nous avons affaire tous les jours, comme la simple apparence de ce dont l'électricité est la base physique; qui pensent que l'atome élémentaire du chimiste, déjà bien en dessous des limites de la perception directe, n'est qu'un système coordonné de monades ou sous-atomes qui ne sont pas de la matière électrisée, mais l'électricité elle-même; que ces systèmes diffèrent entre eux par le nombre des monades qu'ils contiennent, par la disposition de celles-ci et leur mouvement par rapport aux autres et à l'éther; que ces différences seules produisent la diversité des qualités de ce que l'on a jusqu'ici considéré comme des atomes indivisibles et élémentaires, et que si, dans la plupart des cas, ces systèmes atomiques gardent leur équilibre durant des périodes qui peuvent, comparées à des phénomènes astronomiques tels que le refroidissement du Soleil, sembler presque éternelles, ils n'obéissent pas moins à la loi du changement que les cieux immuables eux-mêmes.

(A suivre.) A.-J. BALFOUR.

Les quatre éléments : le feu, l'air, l'eau, la terre. (*Fin.*)

Les quatre eléments, réagissant par leurs qualités propres, constituent, d'après Aristote, les parties homogènes (τὰ ὁμοιομερῆ) des êtres vivants, comme les os, la chair, la corne, etc. ; ces parties homogènes constituent ensuite par leur réunion les différents organes dont la structure est déterminée par le rôle qu'ils ont à remplir.

Nous ne trouvons pas, dans les ouvrages d'Aristote, la théorie des quatre humeurs constitutives du corps humain, dont nous allons nous occuper dans le chapitre suivant.

D'autre part, lorsque le philosophe de Stagyre donne l'explication de quelques phénomènes physiologiques, c'est le plus souvent l'hypothèse des quatre éléments, et en particulier la réaction des qualités élémentaires, qui en font les frais.

L'action de la chaleur sur les aliments, qui sont une combinaison du fluide et du sec, produit la digestion et fournit ainsi au cœur la matière aux dépens de laquelle se forme le sang.

La nature propre de ce dernier est d'être à la fois fluide et chaud, de telle sorte que, lorsqu'il perd sa chaleur et se refroidit, il perd en même temps sa fluidité.

La vieillesse et la mort se produisent lorsque les êtres vivants se dessèchent et se refroidissent; l'humidité et la chaleur seront donc les qualités dont le degré plus ou moins élevé déterminera la longueur ou la brièveté de la vie.

Aristote déclare en propres termes que les qualités élémentaires sont la cause générale des phénomènes physiologiques. « Il faut que l'on n'ignore pas dans quel sens il convient de dire des choses naturelles, que les unes sont chaudes, les autres froides; les unes sèches, les autres

humides ; puisqu'il est assez évident que ces qualités sont en somme les causes de la mort et de la vie, du sommeil et de la veille, de la jeunesse et de la vieillesse, de la maladie et de la santé, et non pas la rugosité ou le poli, ni la lourdeur ou la légèreté, ni, pour ainsi parler, aucune des qualités de cette sorte. »

***

Toute activité exercée par les corps sublunaires l'est sous la dépendance de la cinquième substance, sous l'influence du Ciel.

Les fondements de cette dernière proposition sont exposés par Aristote dans le livre VIII de sa *Physique*. Nous allons résumer son enseignement.

Le mouvement existe dans la nature ; de même qu'il ne peut pas avoir eu de commencement, il ne peut pas avoir de fin ; le mouvement est éternel.

Or, tout ce qui se meut est mû par un autre ou se meut soi-même ; les êtres qui se meuvent eux-mêmes sont nécessairement composés de deux parties, dont l'une meut et l'autre est mue, la première étant d'ailleurs mise en mouvement par une cause extérieure.

Les êtres en mouvement constituent donc une ou plusieurs séries de causes subordonnées, et comme ces séries ne peuvent pas être infinies, il faut admettre l'existence d'un ou de plusieurs moteurs immobiles — plus probablement d'un seul premier moteur, dont tous les autres dépendent soit directement, soit indirectement.

Le premier moteur est éternel, et, par conséquent, le mouvement qu'il produit immédiatement, et qui est la cause de tous les autres, le *premier mouvement* doit être éternel et uniforme. Ce mouvement pourra alors produire la diversité des autres mouvements dont la nature offre le spectacle.

Aristote distingue trois espèces de mouvements : le mouvement selon la grandeur (κατὰ μέγεθος), par lequel le corps

s'agrandit ou diminue de volume, le mouvement selon la qualité (κατὰ πάθος), par lequel il perd ou acquiert une qualité, et le mouvement selon le lieu (κατὰ τόπον), par lequel il change de place.

L'accroissement et le changement de qualité, de même que les changements de nature provoqués par l'altération, ne peuvent avoir lieu sans être précédés du mouvement local; au reste, ce dernier seul peut être éternel, les deux premiers tendant par leur nature vers un terme où ils s'arrêtent.

Le premier mouvement sera donc un mouvement local. Ce dernier est circulaire, ou en ligne droite, ou composé des deux. Les parties étant antérieures au tout, le premier mouvement sera un mouvement en ligne droite ou un mouvement circulaire. Un mouvement éternel en ligne droite est impossible puisqu'il irait à l'infini. Il reste donc que le premier mouvement est le mouvement circulaire, qui est d'ailleurs perpétuel de sa nature, puisque son terme coïncide avec son point de départ.

Ce mouvement circulaire éternel est le mouvement du Ciel; il est le premier mouvement, cause universelle de tous les mouvements qui se produisent dans la nature, et sans lequel il n'y a ni production, ni destruction, ni changement d'aucune sorte.

* * *

Nous avons dit déjà que l'hypothèse des quatre éléments fut adoptée dans la plupart des écoles de la Grèce.

Dans les *Académiques*, Cicéron met en scène Varron, qui expose cette théorie comme faisant partie des enseignements de l'Académie à laquelle ils font profession d'appartenir l'un et l'autre.

Le principal représentant de la philosophie romaine, Sénèque, l'enseigne également, sans d'ailleurs s'y arrêter.

La doctrine péripatéticienne était destinée à échapper seule à la ruine des philosophies anciennes.

Pendant les premiers siècles de l'ère chrétienne, la philosophie de l'antiquité s'incarne dans l'école d'Alexandrie. Or, cette dernière, quoique néo-platonicienne dans son origine, accueille les commentateurs du Stagirite, et bientôt le péripatétisme y devient prépondérant à tel point que les derniers docteurs de cette école signalent son avènement à la domination universelle. Du reste, la philosophie de la nature, si largement étudiée par Aristote, ne semble pas avoir tenu une grande place dans les spéculations de l'École d'Alexandrie.

Il en est de même des ouvrages des Pères de l'Église. Toutes les études philosophiques de ces derniers tendent, peut-on dire, à l'exposition ou à la défense des dogmes chrétiens. S'ils parlent du nombre ou de la nature des éléments du monde matériel, c'est toujours comme en passant; le plus souvent, ils se contentent de citer l'enseignement des philosophes sans le faire leur; parfois ils le critiquent, en faisant remarquer la multiplicité des opinions qui les divisent, ou l'inanité des fondements sur lesquels ils s'appuient.

Telles qu'elles sont, néanmoins, ces allusions suffisent pour nous prouver qu'à cette époque la théorie des quatre éléments avec leurs propriétés caractéristiques était très généralement admise.

C'est surtout en exposant la doctrine chrétienne sur la création de l'Univers que les saints Pères ont l'occasion de rappeler les enseignements de la philosophie sur le monde matériel.

Dans la première homélie sur l'hexaméron, saint Basile explique qu'au premier verset de la Genèse : « Au commencement Dieu créa le ciel et la terre », l'écrivain sacré désigne toutes les substances qui constituent l'Univers : le *Ciel* d'abord, puis la *Terre*; et puisque cette dernière contient à l'état de mélange les trois autres éléments : l'*eau*, l'*air* et le *feu*, il s'ensuit que ces derniers sont nommés implicitement.

Plus loin, il rappelle la controverse des philosophes sur la nature du Ciel : est-il composé des quatre éléments? Ou bien est-il plutôt une cinquième substance de nature spéciale?

Cette dernière opinion est celle d'Aristote; et saint Basile résume avec beaucoup de clarté l'argumentation de ce philosophe basée sur le mouvement naturel des corps. D'autres, dit-il, réfutent ces raisons. Laissons-les se combattre, et sans rechercher la nature du Ciel, tenons-nous en aux enseignements de la foi sur sa création par le Tout-Puissant.

Dans la troisième homélie, saint Basile raille les philosophes dont les uns n'admettent qu'un seul ciel, d'autres en admettent une infinité; il les engage à se mettre d'accord avant de s'en prendre à la doctrine chrétienne.

L'hexaméron de saint Basile a pour pendant, dans la littérature patristique latine, l'hexaméron de saint Ambroise, l'un des ouvrages des Pères qui ont été le plus étudiés au moyen âge.

A première vue, saint Ambroise semble rejeter les théories philosophiques qui attribuent à la nature de la Terre sa place au centre du monde, de même que l'opinion qui attribue au Ciel une nature incorruptible, différente de celle des éléments terrestres; il semble aussi ne pas vouloir admettre l'influence du Soleil sur la génération des êtres vivants; mais en y regardant de plus près, on se convainc que le saint docteur ne repousse ces enseignements de la science profane que pour autant qu'ils tendraient à exclure comme cause de l'origine des êtres ou de la place qu'ils occupent, la volonté du Créateur, ou à attribuer au Ciel une existence éternelle qui serait en contradiction avec les enseignements de la sainte Écriture.

Saint Ambroise décrit lui-même les éléments et leurs propriétés conformément à la doctrine péripatéticienne, et il le fait dans des termes pittoresques, qui méritent d'être rapportés.

« La terre donc possède sa qualité propre (l'aridité, la sécheresse), comme la possède chacun des éléments. Car l'air a la fluidité (l'humidité), l'eau a le froid et le feu a la chaleur. Et voilà la qualité principale que la raison nous dit appartenir à chaque élément.

« Que si nous voulons les connaître d'une façon sensible et matérielle, nous les trouvons en quelque sorte composés et complexes : la terre est sèche et froide, l'eau froide et fluide, l'air chaud et fluide, le feu chaud et sec, et c'est grâce à ces qualités accouplées que les éléments se mélangent.

« Car la terre, étant sèche et froide, est reliée à l'eau par la parenté du froid, et l'eau se rattache à l'air parce que ce dernier est fluide. De sorte que l'eau, comme par deux bras, qui sont le froid et la fluidité, semble embrasser d'un côté la terre, de l'autre, l'air : le bras froid embrasse la terre, le bras fluide embrasse l'air.

« L'air aussi, placé entre deux éléments qui se combattent en vertu de leur nature, je veux dire entre l'eau et le feu, s'attache l'un et l'autre de ces éléments, s'unissant à l'eau par la fluidité et au feu par la chaleur.

« Le feu aussi, étant par sa nature chaud et sec, se rattache à l'air par la chaleur, par la sécheresse il rejoint la terre et s'y unit.

« C'est ainsi que les éléments s'unissent en cercle et font comme un chœur de concorde et d'amitié. Aussi les appelle-t-on en grec στοιχεῖα et en latin *elementa*, parce qu'ils se conviennent et s'accordent. »

Saint Augustin énumère parmi les questions qui sont indifférentes au dogme chrétien, celle de savoir s'il y a quatre éléments ou s'il y en a davantage. Lui-même, partout où il en parle, adopte l'opinion commune.

Dans son commentaire de la Genèse, il rappelle l'enseignement des philosophes qui assignent à chaque élément, à la terre, à l'eau, à l'air, au feu, sa place dans l'Univers, et le saint docteur recommande qu'on explique l'Écriture sainte

— ce qui peut se faire, dit-il, sans difficulté — de manière à ne pas contredire ces théories et à ne pas fournir à leurs défenseurs l'occasion de mépriser les livres inspirés.

Saint Augustin signale encore la discussion qui existe entre les philosophes sur la transmutabilité ou la non-transmutabilité des éléments.

D'après lui, la philosophie païenne enseigne que le feu dépouillé de toute impureté constitue la substance du Ciel. Telle n'est pas, nous l'avons vu, l'opinion d'Aristote; Cicéron nous apprend qu'elle était professée par Zénon et l'école stoïcienne.

Enfin, l'évêque d'Hippone semble faire allusion à la doctrine des quatre humeurs lorsqu'il écrit : « Il est évident que le nombre quatre a des rapports avec le corps de l'homme, à cause des quatre éléments bien connus qui le constituent et des quatre qualités : la sèche, la fluide (l'humide), la chaude, la froide. C'est pourquoi aussi l'homme est soumis à l'influence des quatre saisons. »

Les Manichéens avaient, au témoignage de leurs historiens, une théorie propre sur les éléments du monde matériel. D'après saint Épiphane, ils enseignaient que le principe bon émit, pour combattre le principe mauvais, une puissance appelée mère de la vie. Celle-ci produisit l'homme; l'homme lui-même produisit les cinq éléments qui sont : le vent, la lumière, l'eau, le feu et la matière.

Saint Augustin expose la doctrine de ces hérétiques d'une manière un peu différente. Ils auraient enseigné, d'après lui, que le monde matériel est composé de cinq éléments issus du principe mauvais : la fumée, les ténèbres, le feu, l'eau, le vent; pour les combattre, le principe bon créa à son tour cinq éléments : l'air opposé à la fumée, la lumière aux ténèbres, le bon feu au mauvais feu, la bonne eau à la mauvaise eau, le bon vent au mauvais vent.

Mais ce sont là des rêveries d'esprits égarés, et non des théories philosophiques basées sur l'étude de la nature.

Nous résumerons la situation des premiers siècles de l'ère chrétienne, au point de vue qui nous occupe, en disant que l'étude des problèmes cosmologiques ne sollicitait guère les intelligences; dès lors, les théories physiques ne reçurent pas de nouveaux développements. On continua à les adopter, en général, telles que les principales écoles de philosophie de la Grèce les avaient enseignées.

J. LAMINNE.

Mémorandum astronomique.

NOVEMBRE 1904.

N B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : La Grande Ourse, la Petite Ourse, la Girafe, Céphée, Cassiopée, Andromède, les Poissons et la Baleine.

De l'Est à l'Ouest : Orion, le Taureau, Persée, Cassiopée, le Cygne et l'Aigle.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Le Lynx, la Girafe, Cassiopée, Pégase et le Verseau.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : La Baleine, le Bélier, le Triangle, Cassiopée, Céphée, le Dragon et Hercule.

OBJETS CELESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er NOVEMBRE, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Amas de Céphée . . .	23^h19^m	29° 2'	Amas triangulaire de petites étoiles, dont une rouge.
Id.	23 29	18.42	—
Etoile rouge de Pégase.	23.38	80.18	—
Amas de Cassiopée . .	23.53	30.37	Poussière d'étoiles.
Nébuleuse de Pégase .	23.57	74.30	Disque circulaire, 75" diam.
Amas de Cassiopée . .	0.21	29.15	Grand amas.
Grande nébuleuse d'Andromède	0.36	49 25	La reine des nébuleuses.

Le Soleil.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	$6^h\ 0^m$	6^h36^m	$11^h26^m13^s2$	16^h17^m	16^h53^m	$24^\circ49'$
5	6. 6	6 42	11.26 13,5	16.10	16.46	23.34
10	6.15	6.51	11.26.32,7	16. 2	16.39	22. 6
15	6.23	6.59	11.27.12,8	15.55	16.33	20.45
20	6 31	7. 8	11.28.13,5	15.49	16.28	19.33
25	6.37	7.15	11.29.34,4	15.44	16 24	18.28
30	6.44	7.24	11.31.14,2	15.40	16.20	17.34

Le *temps sidéral* à midi moyen d'Uccle est, le 1er, de $14^h41^m19^s4$. Son accroissement diurne est de 3^m55^s5.

Éphémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	$+24^\circ7$	$+4^\circ1$	$137^\circ1$	11	$+22^\circ6$	$+3^\circ0$	$5^\circ2$	21	$+19^\circ8$	$+1^\circ8$	$233^\circ4$
2	+24.6	+4.0	123.9	12	+22.4	+2.9	352.1	22	+19.5	+1.7	220.2
3	+24.4	+3.9	110.7	13	+22.1	+2.7	338.9	23	+19.1	+1.5	207.0
4	+24.2	+3.8	97.5	14	+21.8	+2.6	325.7	24	+18.8	+1.4	193.8
5	+24.0	+3.7	84.3	15	+21.6	+2.5	312.5	25	+18.4	+1.3	180.7
6	+23.8	+3.5	71.2	16	+21 3	+2.4	299.3	26	+18.1	+1.1	167.5
7	+23.6	+3.4	58.0	17	+21.0	+2.3	286.1	27	+17.7	+1.0	154.3
8	+23.3	+3.3	44.8	18	+20.7	+2.2	272.9	28	+17.3	+0.9	141.1
9	+23.1	+3.2	31.6	19	+20.4	+2.0	259.8	29	+17.0	+0.8	128.0
10	+22.9	+3.1	18.4	20	+20.1	+1.9	246.6	30	+16.6	+0.6	114.8

La Lune.

N. L. 🌑 le 7, à 15^h37^m.
P. Q. ☽ le 15, à 0^h35^m.
P. L. 🌕 le 23, à 3^h12^m.
D. Q. ☾ le 30, à 7^h38^m.

Occultations d'étoiles par la Lune.

20 novembre, ξ^1 de la Baleine (4.5 gr.), immersion à 22^h31^m, émersion à 23^h49^m.

Éclipses des satellites de Jupiter.

Le 4 novembre,	satellite	I,	réapparition	à	$3^h15^m25^s$
— 5 —	—	I,	—	à	21.44.20
— 6 —	—	II,	—	à	21.22.37
— 7 —	—	III,	disparition	à	0.11.19
— 7 —	—	III,	réapparition	à	1.55.52
— 12 —	—	I,	—	à	23.39.48
— 13 —	—	II,	—	à	23.58.18
— 14 —	—	I,	—	à	18. 8.36
— 20 —	—	I,	—	à	1.35.21
— 21 —	—	II,	—	à	2.34.11
— 21 —	—	I,	—	à	20. 4.11
— 28 —	—	I,	—	à	21.59.50
— 30 —	—	I,	—	à	18.28.20

Longitude du terminateur de la Lune a minuit, pour chaque jour de novembre 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	— 17°5 *s*	11	+ 40°8 *m*	21	— 80°8 *m*
2	29.6	12	28.7	22	+ 87.0 *s*
3	41.8	13	16.5	23	74.2
4	54.0	14	+ 4.3	24	62.7
5	66.1	15	— 7.9	25	50.5
6	— 7.3 *s*	16	20.0	26	38.3
7	+ 89.5 *m*	17	32.2	27	26.2
8	77.3	18	44.3	28	14.0
9	65.2	19	56.5	29	+ 1.9
10	53.0	20	68.7	30	— 10.3 *s*

Les Planètes.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	14^h28^m	— 14°22'	4"6	1.44	6^h39^m	16^h19^m
	11	15.31	— 19.54	4.6	1.43	7.34	16.10
	21	16.35	— 23.49	4.8	1.38	8.24	16.10
Vénus .	1	16.28	— 22.51	12.2	1.38	9.30	17.22
	11	17.21	— 24.37	12.6	1.33	9.55	17.31
	21	18.15	— 25 12	13.2	1.27	10.14	17.42
Mars. .	1	11.21	+ 5.44	4.4	2.12	1.51	14.55
	11	11.43	+ 3.25	4.6	2. 5	1.45	14.25
	21	12. 5	+ 1. 8	4.8	1.96	1.39	13.57

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Jupiter .	1	1^h29^m	+ 7°38'	45"6	3.99	15^h47^m	5^h13^m
	11	1.24	+ 7.14	45.0	4. 5	15. 5	4.28
	21	1.21	+ 6.35	44.0	4.14	14.24	3.44
Saturne.	1	21. 9	− 17.36	15.8	9.72	13.37	22.41
	11	21.10	− 17.30	15.6	9.78	12.58	22. 4
	21	21.12	− 17.22	15.4	10. 5	12.20	21.23
Uranus .	1	17.48	− 23.38	3.8	19.94	10.55	18.43
	16	17.51	− 23.38	3.8	20.12	9.59	17.47
Neptune.	1	6.35	+ 22.11	»	29.41	19.29	11.41
	16	6.34	+ 22.12	»	29.23	18.29	10.41

Aspect des Planètes.

Mercure est *étoile du matin*. Le 4, elle sera à son nœud descendant. Le 7, elle se trouvera à 5°7′ au sud de la Lune. Le 13, elle sera à son aphélie.

Vénus est *étoile du matin*. Le 9, elle sera à 6°30′ au sud de la Lune. Le 12, elle sera à son aphélie. Le 16, elle sera à 1°28′ au sud d'Uranus.

Mars se lève vers 2 heures du matin. Le 3, elle sera à 1°14′ au nord de la Lune Le 29, elle sera à son aphélie.

Jupiter se couche vers 5 heures du matin. Le 19, elle sera à 1°31′ au nord de la Lune.

Saturne se couche vers 10 heures du soir. Le 7, elle sera en conjonction avec le Soleil. Le 14, elle sera à 3°53′ au sud de la Lune.

Uranus se couche vers 6 heures du soir.

Neptune se lève vers 7 heures du soir.

Les Etoiles filantes.

On s'attend cette année à la grande averse qui se reproduit tous les 33 ans, vers le 13 novembre. — Il y a habituellement deux averses remarquables en novembre : celle des Léonides (AR = 10^h, δ = + 22°; maximum le 14) et celle des Andromédides (AR = 1^h36^m, δ = + 44°; maximum le 27). D'autres averses intéressantes ont lieu dans ce mois: ce sont celles des Taurides (AR = 4^h, δ = + 20°) et des Minorides (AR = 10^h20^m, δ = 40°). — Les dates à bolides sont : le 1er, le 5, le 14, le 20 et le 29.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Nov. 24-30.	AR = 1^h36^m, δ = 44°.	Très lents, à traînées.	Oct.-nov.-déc.	AR = 9^h32^m, δ = 49°.	Très rapides.
Oct.30-nov.1er	AR = 2^h52^m, δ = 22°.	Lents, brillants.	Nov. 11-15.	AR = 2^h56^m, δ = 22°.	Rapides, à traînées.
Oct.25-nov.28	AR = 4^h, δ = 20°.	Plutôt lents, brillants.	Nov. 13-28.	AR = 10^h20^m, δ = 40°.	Id.
Nov. 27-30.	AR = 4^h, δ = 49°.	Très rapides.	Nov. 14-17.	AR = 11^h4^m, δ = 31°.	Id.
Novembre 9.	AR = 6^h48^m, δ = 73°.	Id.	Nov. 20-déc.4.	AR = 12^h56^m, δ = 43°.	Très rapides à traînées.
Nov. 13-16.	AR = 8^h20^m, δ = 41°.	Rapides, à traînées.	Nov. 1er-16.	AR = 23^h12^m, δ = 52°.	Plutôt lents.
Oct.-nov.-déc.	AR = 9^h28^m, δ = 27°.	Très rapides.			

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 17 : AVRIL 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
2	17·25 à 18·30. Mexico, Igualâ, Mexcala, Taxco, Chilpancingo, Unión de Guerrero, Zihuatanejo, San Luis de Guerrero, Oaxaca et Toluca.
4	11·5. Uskub (Macédoine). Assez faible secousse.
	11·18. Uskub et Salonique. Plus forte. Sofia (VI-VII), Rilski-Monastir (VIII).
	11·30. Grand tremblement de terre de Macédoine. 40^s (X). Nombreuses victimes. Dix villages détruits dans les districts de Pehtschévo, Gorna-Djoumaia et Raslogue. Epicentre près des villages Fréskovo et Simitlié (41°8′ N., 23°1′ E. Gr.) selon Watsoff, ou sur la fracture du Strouma (Karasou) dans le massif granitique du Périm-Dagh et du Males-Planina, d'après Hoernes. L'aire des dégâts s'étendit sur 30 000 km^2, du SE. au NW. de Zihna ou Ziljahovo à Vranja en Serbie (234 km.), et du SW. au NE., de Salonique au monastère de Rilo (168 km.). Plus de 200 secousses ce même jour à Rilski-Monastir.
	12·31·41· (V), 12·39·24· (V), 13 0 26· (IV-V), 13·19·7· (IV); Sofia.
	13·50. Uskub. Assez faible secousse.
	18·30. Pinotepa (Oaxaca). Léger et trépidatoire.
	Jusqu'à la fin du mois, plus de 400 autres secousses à Rilski-Monastir.
5	15·20·39. Tscham-Koria (Bulgarie). (III.)
	23·. Urbino. Léger choc.
7	5·25·11. Sofia (III), Tscham-Koria (IV).
	10·58·26. Sofia (III).
8	5·43·52. Sofia (III), Tscham-Koria (III-IV).
	9·¼. Foggia et îles Tremiti. Tremblement sensible.
9	7·35·59 et 11·3·16. Tscham-Koria (IV-V); Sofia (III et IV).
10	4·22·50. Sofia (IV-V); Rilski-Monastir (V-VI).
	7·18·8. Sofia. (II.)
	9·50. Uskub. Assez faible secousse.

Dates.	Heures.
	10·53·6. Sofia et Rilski-Monastir (IV).
	16·. Près de Tivoli. Mouvement sismique.
11	3·1·30. Sofia. (IV.)
	6·18·17. Sofia (IV), Rilski-Monastir (V).
12	Secousses à Pau.
	16·35. Grand tremblement de terre dans les Etats de Michoacan, Puebla, Mexico, Jalisco, Morelos, Guerrepo, Vera-Cruz, Colima et Tlaxcala.
	16·55. Répétition à San Geronimo, Aguas Blancas, Acapulco, La Unión de Guerrero et Puebla.
	17·25 à 18·. Nouvelle répétition à Chilpancingo, Tlapa, Teposcolula et La Unión de Guerrero.
	22·43·53. Sofia (II), Rilski-Monastir (IV).
13	7·. Magliano dei Marsi (Abruzzes).
	11·55·8. Sofia (IV), Rilski-Monastir (V).
	22· 1/2. Uskub. Très courte et très intense secousse.
14	11·38·24 et 17·46·1. Sofia (II et III); Rilski-Monastir (III et III-IV).
15	4·53·22. Sofia (III); Rilski-Monastir (IV), verticale.
	6·25. Mexcala. Bruits sismiques.
	13·41·18. Rilski-Monastir (III), verticale.
16	14·7·38. Sofia (III-IV), Rilski-Monastir (IV).
19	20·14·41. Sofia (III-IV), Rilski-Monastir, verticale avec bruit.
20	3·26·58. Sofia (III), Rilski-Monastir (III-IV).
	23·55. Scanzano (Avezzano), secousse sensible.
21	13·46. Foggia. Très légère secousse?
22	11· à 12·. Drammen (III-IV).
24	9·10. Sušica (près Dzuma, Macédoine). Faible secousse avec bruit.
	16·35. Fleurus. Une secousse ?
	22·10·23. Sofia (II); Rilski-Monastir (V).
26	5·20 Dzuma-i-Bala. Faible secousse.
	12 50. Rocca-di-Papa. Petite secousse.
27	9· 1/2. Catino. Tremblement.
29	2·16·16. Sofia. Cinq secousses.
30	12·12. Porsgrund. (IV.)

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

LA TEMPÉRATURE EN SEPTEMBRE 1904. — Le mois qui vient de finir a été frais, et même froid pendant une période d'une dizaine de jours, du 18 au 27. La moyenne thermique est descendue alors à près de 5° au-dessous de la normale, et des minima exceptionnels ont été observés à certains jours, notamment les 20 (2°6), 21 (1°7), 22 (2°2) et 24 (3°4). Ces minima n'avaient jamais été atteints jusqu'ici : les plus bas constatés aux mêmes dates, dans les soixante-dix dernières années, avaient été respectivement de 4°9 (le 20), 4°9 (le 21), 4°3 (le 22) et 3°8 (le 24). Dans la haute Belgique, le thermomètre a dépassé le point de congélation pendant les nuits du 19 au 24.

Du 18 au 26, la moyenne des minima diurnes s'est abaissée, à Uccle, à 2°8, soit à 7° environ au-dessous de la valeur normale.

A partir du 12, on n'a plus observé de température égale ou supérieure à 20°. Le maximum du 12 avait été de 22°7. Le maximum absolu du mois, 24°9, s'était déclaré le 6.

— La SOCIÉTÉ MÉTÉOROLOGIQUE ALLEMANDE a tenu à Berlin, du 7 au 9 avril dernier, sa dixième assemblée générale. A cette occasion, ses membres ont visité l'Institut météorologique de Potsdam et l'Observatoire aéronautique de Tegel. Au cours des séances, présidées par le professeur von Bezold, les communications suivantes ont été faites :

von Bezold : L'état actuel des études météorologiques ;

J. Schubert : L'influence des forêts sur le climat, d'après les observations faites récemment par les soins de l'Institut forestier prussien ; — L'émission de chaleur par le sol, l'eau et l'atmosphère ;

W. Meinardus : Les variations de la température de la mer sur les côtes du nord-ouest de l'Europe ;

A. Sprung : Sur un dispositif automatique pour augmenter la sensibilité de l'électromètre enregistreur ;

H. Elias : Sur un procédé d'enregistrement de l'électricité dans la haute atmosphère ;

A. Schmidt : Éléments d'un plan de discussion systématique des perturbations magnétiques ;

W. Köppen : Sur les nouveaux « Dekadenberichte » publiés par la Seewarte de Hambourg ;

O. Steffens : Sur divers enregistreurs météorologiques (ombrographe, anémographe) ;

L'ombrographe en question est destiné spécialement à l'enregistrement des chutes de neige. L'entonnoir récepteur de l'instrument forme le couvercle d'un récipient renfermant de l'eau qu'on peut chauffer au moyen

d'une petite lampe à pétrole. La neige qui tombe dans l'entonnoir chauffé fond immédiatement;

Möller : Sur le flux et le reflux de l'atmosphère;

P. Polis : La répartition des précipitations dans les différentes régions des cyclones et des anticyclones;

R. Börnstein : Sur la marche journalière et annuelle de la pression atmosphérique à Berlin;

P. Holdefleiss : Sur les facteurs météorologiques qui contribuent à rendre l'hiver mortel pour les semis de céréales;

L'auteur cite d'abord la présence d'une couche trop épaisse de neige, qui peut asphyxier et faire pourrir les jeunes plantes. La neige constitue toutefois un abri efficace contre le froid.

Il y a ensuite les gelées nocturnes du printemps. Dans le sol soumis à des congélations et des dégels fréquents et successifs, les racines subissent de ce chef des actions mécaniques qui les détériorent. Les grandes variations de température, trop souvent répétées, sont aussi préjudiciables. De plus, dans un sol congelé, les racines ne peuvent puiser de l'eau, de sorte que le froid exerce somme toute sur la plante une action desséchante (1).

L'auteur conseille en conséquence de faire les semailles à une date plus précoce, de façon que les plantules aient le temps de développer davantage leur système radiculaire et de le faire pénétrer assez profondément dans le sol pour être moins exposé à la congélation;

L. Grossmann : Sur les modifications prochaines que subiront les télégrammes météorologiques transmis par la Seewarte à ses abonnés.

— Le climat de Panama. — Le climat de l'isthme de Panama a un caractère nettement tropical. La largeur de l'isthme est si faible (environ 65 kilomètres) et la ligne de partage des versants si basse (à peine plus de 100 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer) que l'Atlantique et le Pacifique agissent sur le climat d'une façon très marquée, les vents soufflant à travers tout l'isthme sans aucun obstacle. La caractéristique du climat est une température uniformément haute, jointe à une grande humidité; cela fait de l'air un air de serre chaude, si déprimant et énervant pour les gens du Nord. A Colon, la température monte rarement au-dessus de 32° C., mais elle a déjà atteint près de 37°. La température maxima de chaque mois se trouve ordinairement comprise entre 29°4 et 32°8 ou 33°3; la température minima moyenne de chaque mois est peu inférieure à 21°. La température moyenne annuelle est d'environ 26°7.

Sous la plupart des rapports, il n'y a pas de différence remarquable entre

(1) Voir, sur ce point, p. 121 de la présente année de la Revue.

le versant de l'Atlantique et celui du Pacifique, sauf dans la quantité de pluie, où la différence est grande.

Ce qui caractérise le climat de l'isthme, comme celui de la plupart des autres pays tropicaux humides, ce n'est pas la hauteur excessive du thermomètre, mais le fait que la chaleur dure pendant toute l'année, et qu'elle est humide. Les saisons ne sont pas déterminées, comme chez nous, par les différences de température, qui sont très faibles à Panama, mais, comme dans tous les pays de faible latitude, par la distribution des précipitations.

La saison sèche s'étend de janvier à avril, ce qui ne veut pas dire qu'il ne pleut absolument pas durant cette période; la saison humide va de mai à décembre. Du côté de Colon, les précipitations sont notamment plus abondantes que du côté de Panama, les deux moyennes étant respectivement 3 250 millimètres et un peu plus de 1 600 millimètres.

La plupart des renseignements qui précèdent ont été tirés d'un article de M. Wm. H. Burr, inséré dans *The National Geographic Magazine*, numéro de février 1904.

— COURANTS AÉRIENS VERTICAUX EN TEMPS D'ORAGE. — Ces mouvements ont été à maintes reprises observés par les aéronautes, et nous avons rapporté une intéressante observation de ce genre dans la 10e année de *Ciel et Terre* (p. 319; voir aussi la 17e année. p. 357). En voici une nouvelle, que nous trouvons relatée dans les « Impressions de voyages aériens » (*Écho des Deux Mondes*) de M. Santos-Dumont :

« Un jour de 1900, dit-il, j'étais parti de la place Masséna, à Nice, à bord d'un assez grand ballon sphérique, seul et me proposant d'évoluer quelques heures dans le féerique décor des montagnes et de la mer.

« Il faisait beau. La chute rapide du baromètre indiquait néanmoins un prochain orage. Un moment le vent me porta dans la direction de Cimiez; ensuite, comme il menaçait de me porter vers la pleine mer, je jetai du lest, abandonnai le courant et m'élevai à la hauteur d'à peu près un mille.

« Bientôt après, je laissai le ballon redescendre. J'espérais trouver un courant favorable. A 300 mètres de la terre, non loin du Var, je remarquai que je ne descendais plus. Décidé de toute façon à atterrir sans délai, je fis jouer la valve et j'abandonnai du gaz.

« C'est ici que l'épreuve devint terrible : je ne pouvais plus descendre! Je jetai un coup d'œil au baromètre, et je constatai qu'effectivement je montais. J'aurais pourtant dû être en descente. Et je sentis au vent, je le reconnus à plusieurs signes, que je descendais en effet.

« A ma grande inquiétude, je ne decouvris que trop tôt d'où venait le mal. En dépit de ma descente apparente et continue, j'étais enlevé par une énorme colonne d'air qui montait avec violence. Je descendais en elle et montais avec elle

« J'ouvris de nouveau la valve. Peine inutile. Le baromètre marquait une hauteur croissante, et je pouvais vérifier la chose à la façon dont la terre s'enfonçait sous moi. Je refermai la valve pour ne plus sacrifier de gaz. Il n'y avait rien à faire qu'à attendre et voir ce qui arriverait.

« La colonne d'air montante m'éleva jusqu'à 3000 mètres. Je devais me borner à surveiller le baromètre. Au bout d'un laps de temps qui me parut long, il marqua un commencement de descente. Je réaperçus la terre. Je jetai du lest pour adoucir la chute. Bientôt je vis la tempête heurter les arbres et les petits bois; là-haut, dans la tourmente même, je n'avais rien senti. »

BIBLIOGRAPHIE.

— *Cours élémentaire d'astronomie et de navigation*, par P. CONSTAN. Première partie : *Astronomie;* deuxième partie : *Navigation*. Paris, Gauthier-Villars, 1903 et 1904; 2 vol. grand in-8°, de 271 et 307 pages, avec de nombreuses figures et 3 planches.

Cet ouvrage a été principalement écrit à l'usage des capitaines au long cours et des élèves des écoles d'hydrographie, et il comprend tout ce qui est exigé des candidats aux brevets simple et supérieur de capitaine au long cours.

L'auteur s'est efforcé de présenter les matières sous le jour le plus simple, n'employant que des méthodes accessibles à quiconque possède les éléments de mathématiques compris dans le programme d'enseignement des écoles françaises d'hydrographie.

A moins d'y consacrer de nombreuses pages, pareil ouvrage est peu susceptible d'une analyse, si peu détaillée soit-elle. Mais on peut aisément reconnaître que l'auteur n'a rien négligé pour le rendre aussi complet et aussi clair que possible, et qu'il a toujours eu le souci, dans les questions d'ordre spécial, d'avoir recours aux travaux les plus récents et les plus autorisés sur la matière.

Le *Cours* de M. Constan sera certainement un précieux guide pour les navigateurs et pour les aspirants des écoles d'hydrographie.

— *Nature intime de l'électricité, du magnétisme et des radiations*, par A. BREYDEL. Bruxelles, 1904; broch. in-8° de 100 pages, avec de nombreuses figures et le portrait de l'auteur.

Le travail de M. Breydel correspond bien à une tendance du mouvement évolutif qui semble déjà se produire dans le monde de la physique et dont le premier symptôme s'est trouvé nettement indiqué l'année dernière dans le « Prodrome de la théorie mécanique de l'électricité, » de M. le prof. P. De Heen.

La science de l'électricité parcourt la même succession de phases que celles

qui ont été parcourues par la science de la chaleur. Les agents de la nature (chaleur, électricité, vie) sont d'abord conçus par l'esprit humain comme étant des *entités*, c'est-à-dire d'essence irréductible. Le *phlogistique* le premier a été relégué dans le domaine des fables, et il en sera nécessairement de même, dans peu d'années, des *corpuscules* négatifs et positifs, ou espèces d'*électrogistiques* chers à beaucoup de physiciens modernes.

M. Breydel montre clairement qu'il a compris cette pensée fondamentale. La cause des phénomènes électriques est pour lui entièrement semblable à celle qui avait été admise par M. De Heen. Le point important consiste à admettre que ces phénomènes sont dus à l'aspiration et au refoulement de l'élément gyrostatique déformable.

Ce résultat est obtenu par M. Breydel à l'aide d'un procédé un peu différent de celui adopté par M. De Heen, mais qui paraît moins propre que ce dernier à interpréter les vibrations rapides, telles que celles qui produisent la lumière.

Quoi qu'il en soit, le travail de M. Breydel renferme des réflexions intéressantes et ingénieuses, bien que souvent un peu confuses, mais il indique sans aucun doute la voie nouvelle et, comme tel, mérite l'attention de ceux qui s'intéressent aux sciences physiques. X.

— *Handbook of climatology*, by Dr J. HANN. Part I : General climatology, translated by *R. de C. Ward*. New York, 1903; vol. in-8° de 451 pages.

Nous avons rendu compte en son temps de la seconde édition de l'ouvrage original de Hann, écrit en allemand. C'est sur cette seconde édition que M. le professeur de Ward a préparé la traduction que nous annonçons aujourd'hui. Cette traduction, tout en reproduisant le texte du savant météorologiste viennois, renferme de nombreuses additions, principalement destinées à mettre l'ouvrage à jour. Toutes ces additions ont été revues et approuvées par M. Hann, ce qui donne à la traduction un intérêt et une valeur tout particuliers, qui seront surtout appréciés par les lecteurs connaissant l'anglais, mais peu ou non familiarisés avec la langue allemande.

L'éloge du Traité de climatologie de M. Hann n'est plus à faire; c'est un vade-mecum indispensable à toutes les personnes qui s'occupent de questions climatologiques. Il faut féliciter M. de Ward d'en avoir entrepris la traduction, et surtout d'y avoir introduit les données nouvelles acquises à la science dans ces dernières années. L'autorité dont jouit le savant professeur de l'Université Harvard comme météorologiste et climatologiste le désignait tout spécialement pour mener ce travail à bien.

Réflexions suggérées par la nouvelle théorie de la matière. (*Fin.*)

Si la matière brute est un groupement d'atomes, et ceux-ci des systèmes de monades électriques, que sont ces monades? Peut-être simplement, comme l'a supposé le professeur Larmor, des modifications de l'éther universel, comparables à quelque chose comme un noyau placé dans un milieu inextensible, incompressible et continu. Mais que l'on accepte ou que l'on n'accepte pas cette théorie de l'identité de composition, il est certain que l'on ne peut considérer ces monades comme séparées de l'éther. Leurs qualités ne dépendent pas des actions qu'elles échangent avec lui, et, sans lui, il est impossible de concevoir une théorie de l'électricité.

Voilà certes une révolution bien extraordinaire; il y a deux siècles, l'électricité semblait n'être qu'un amusement scientifique; aujourd'hui, certains croient qu'elle est la réalité dont la matière n'est que l'expression sensible. Il n'y a qu'un siècle que l'on a établi par des preuves authentiques les titres de l'éther à prendre place parmi les constituants de l'univers, et aujourd'hui, il semble possible qu'il soit la substance dont cet univers est formé.

Les hypothèses secondaires, associées à ces vues principales sur le monde physique, ne sont pas moins surprenantes. Jadis on pensait, par exemple, que la masse était une propriété fondamentale de la matière, incapable d'être expliquée et n'ayant pas besoin de l'être, essentiellement inaltérable de sa nature, ne subissant aucune augmentation ou diminution, quelques forces que l'on fît agir; attachée définitivement à chaque fragment matériel, ou identifiée avec lui, quelques changements que ce fragment pût subir en aspect, volume, conditions chimiques ou physiques.

Mais si l'on admet les théories nouvelles, tout cela doit

être changé. La masse non seulement est explicable, mais est expliquée; loin d'être un attribut de la matière prise en elle-même, elle est due, comme je l'ai dit, à la relation entre les monades électriques qui composent la matière et l'éther dans lequel elles sont baignées. Loin d'être invariable, elle change, lorsque la matière se meut à une très grande vitesse, chaque fois que celle-ci varie.

Mais c'est ailleurs qu'il faut chercher la transformation la plus frappante produite dans notre représentation de l'Univers par ces théories nouvelles. Nous nous sommes tous, je suppose, intéressés aux idées communément admises sur l'origine et le développement des soleils et des systèmes planétaires qui en dépendent, et sur la dispersion graduelle de l'énergie, qui a généralement pris, durant le phénomène de concentration, la forme de lumière et de chaleur. Si l'on pousse la théorie jusqu'à ses conséquences extrêmes, il faut conclure que les étoiles qui nous apparaissent actuellement comme incandescentes sont à mi-chemin entre les nébuleuses d'où elles sont sorties et l'obscurité glaciale à laquelle elles sont destinées. Que devons-nous donc penser de la multitude invisible des corps célestes dans lesquels le phénomène a parcouru toutes ses phases? Nous devons admettre qu'ils sont dans un état où tout mouvement intérieur est absolument impossible; à la température des espaces interstellaires, leurs éléments doivent être solides et inertes; toute action chimique, tout mouvement moléculaire est devenu irréalisable, à moins que ces corps ne soient un jour rajeunis par une collision, ou emportés dans des régions réchauffées par de nouveaux soleils.

Ces théories doivent être profondément modifiées si nous acceptons la théorie électrique de la matière. Nous ne pouvons plus admettre que, lorsque l'énergie contenue dans un soleil a été transformée autant que possible en chaleur par la contraction due à la gravitation, par des réactions chimiques, et par toute autre cause inter-atomique, et

lorsque cette énergie a été dispersée dans l'espace, *toute* l'énergie de ce soleil est épuisée. Bien au contraire, la quantité perdue de la manière que nous venons de dire serait absolument insignifiante, comparée à ce qui reste emmagasiné dans les atomes eux-mêmes. Le système, dans son ensemble, aurait fait faillite; l'avoir de chaque constituant aurait à peine diminué. Les atomes seraient là côte à côte, sans mouvement, sans affinité chimique; et cependant, chacun d'eux, inerte en ce qui concerne les relations extérieures, serait le théâtre de mouvements violents, dus à de puissantes forces internes.

Présentons cela sous une autre forme. Quand l'apparition soudaine, dans le champ du télescope, d'une étoile nouvelle indique à l'astronome qu'il est témoin, et lui seul peut-être dans tout l'univers, de la conflagration d'un monde, la pensée des formidables forces qui provoquent cette lointaine tragédie doit sûrement le faire frissonner. Et pourtant, les éléments de chaque système atomique poursuivent leur course sans altération, tandis que les groupes d'atomes sont disloqués en vapeurs flamboyantes; et les forces par lesquelles un monde est ainsi dispersé sont réellement négligeables, comparées à celles qui tiennent les parties de chaque atome réunies.

Comme tous les êtres vivants, nous paraissons donc n'être en rapport qu'avec les forces les plus faibles de la nature, avec les manifestations les moins puissantes de l'énergie. Dans cette théorie, l'affinité chimique et la cohésion ne sont que des effets secondaires des forces électriques internes qui conservent l'existence de l'atome. La gravitation, quoiqu'elle soit la force régulatrice qui concentre les nébuleuses en systèmes organisés de soleils et de satellites, n'est rien en comparaison des attractions et des répulsions que nous observons entre des corps chargés d'électricité, et celles-ci, à leur tour, sont insignifiantes à côté des attractions et des répulsions qui s'exercent entre les monades

électriques. Les mouvements moléculaires irréguliers qui constituent la chaleur, sur laquelle semble entièrement basée la possibilité de la vie organique, et dont la science appliquée étudie tant les transformations, ne peuvent rivaliser avec l'énergie cinétique emmagasinée dans les molécules elles-mêmes. Ce prodigieux mécanisme est en dehors de nos intérêts immédiats; nous vivons à sa limite; il ne renferme pour nous aucune promesse d'utilisation. Il ne fera pas tourner nos moulins; nous ne pouvons l'atteler à nos wagons. Mais il n'en excite pas moins l'imagination. Les cieux étoilés ont de tout temps provoqué le culte et l'admiration du genre humain. Mais si la poussière sous nos pieds est réellement composée d'innombrables systèmes dont les éléments sont toujours animés d'un mouvement très rapide, en gardant leur équilibre pendant des durées indéterminées, les merveilles que nous voyons ne sont, nous ne pouvons le nier, pas plus dignes d'admiration que celles que les découvertes récentes nous ont permis d'entrevoir confusément.

Que les grandes lignes du tableau du monde que je viens de tracer imparfaitement soient destinées à survivre, ou bien qu'elles doivent à leur tour être remplacées par un nouveau dessin sur le palimpseste scientifique, tous admettront, je crois, qu'un essai si hardi d'unifier la nature physique fait naître chez celui qui y pense des impressions de satisfaction. Cette satisfaction est presque esthétique en qualité et en intensité. Nous ressentons la même surprise agréable que lorsque du sommet d'un morne défilé nous apercevons soudain à nos pieds les splendeurs des plaines, des rivières et des montagnes.

Je ne me hasarderai pas à décider si cette sympathie pour un univers simple est justifiée théoriquement. A priori, il n'y a aucune raison de s'attendre à ce que le monde matériel soit la modification d'une substance unique, plutôt qu'une composition de soixante ou soixante-dix corps élémentaires

éternellement différents. Pourquoi la première hypothèse nous contenterait-elle plus que la seconde? C'est cependant ce qui a lieu. Les hommes de science ont toujours été hostiles à la multiplication des entités. C'est avec empressement qu'ils ont toujours noté tout signe pouvant faire croire que l'atome était composite, et que les divers éléments chimiques avaient une origine commune. Pour ma part, j'estime qu'un tel instinct ne doit pas être ignoré. John Mill, si je me rappelle bien, méprisait ceux qui voyaient la moindre difficulté à accepter la doctrine de l' « action à distance ». Si nous croyons ce que nous enseignent l'observation et l'expérimentation, les corps agissent réellement les uns sur les autres à distance. Et pourquoi pas? Pourquoi chercher à aller au delà de l'expérience pour obéir à quelque sentiment à priori en faveur duquel aucun argument ne peut être présenté? Ainsi raisonnait Mill, et je n'ai rien à répondre à cela. Et pourtant, nous ne pouvons oublier que c'est au refus obstiné de Faraday de croire à l' « action à distance » que nous devons quelques-unes des découvertes capitales sur lesquelles sont fondées nos industries électriques et la théorie électrique de la matière, tandis qu'aujourd'hui des physiciens, malgré tous leurs insuccès dans la recherche d'une explication de la gravité, refusent entièrement de se contenter de la croyance, si satisfaisante pour Mill, que c'est une propriété simple et inexplicable des masses agissant l'une sur l'autre à travers l'espace.

Ces obscures indications sur la réalité des choses méritent, à mon sens, plus d'attention qu'on ne leur en a donné jusqu'ici. Elles existent, c'est certain; on ne peut nier, de plus, qu'elles aient modifié l'impartialité indifférente du pur empirisme. L'idée commune que celui qui veut trouver les secrets de la nature doit humblement attendre ce que lui donnera l'expérience, dont il note attentivement les moindres indications, n'est vraie qu'en partie. C'est là peut-être l'attitude ordinaire du chercheur; mais il arrive de temps à

autre que l'observation et l'expérience ne soient pas traitées comme des guides à suivre avec humilité, mais comme des témoins que l'on soumet à l'épreuve par une contre-enquête. Leur simple déposition ne reçoit plus créance, et le juge d'instruction ne s'arrête que lorsqu'un aveu en accord avec ses idées préconçues leur a été arraché malgré elles.

Cette façon d'agir n'a pas besoin d'explication ni de défense dans les cas où il y a une contradiction apparente entre les résultats de plusieurs expériences faites dans des conditions diverses. Il faut faire disparaître de telles contradictions, et la science ne peut avoir de repos que lorsqu'elle y est arrivée. Mais la difficulté naît lorsque l'expérience semble dire une chose et que l'instinct scientifique persiste à dire le contraire. J'ai déjà mentionné deux cas de ce genre; ceux qui voudront se donner la peine de chercher en trouveront facilement d'autres. Quelle est l'origine de cet instinct, quelle est sa valeur? Est-ce un simple préjugé dont il ne faut pas tenir compte, est-ce une piste que tout homme prudent ne dédaignerait pas de suivre? Je ne puis discuter cela maintenant, car je voudrais attirer pour quelques moments votre bienveillante attention sur d'autres questions, qui ne sont pas neuves, mais que ces idées récentes sur la matière ont remises au premier plan.

Ces idées récentes sont fort différentes de celles que fait naître l'observation ordinaire; il est probable que nulle éducation scientifique ne fera que nous regardions, dans les moments où nous ne réfléchissons pas, le sol sur lequel nous marchons et les corps organisés auxquels notre sort terrestre est si intimement lié, comme entièrement formés de monades électriques semées çà et là dans l'espace, espace que ces fragments de matière sont dits, par une métaphore hardie, « occuper ». Il est également certain qu'une différence aussi grande sépare ces nouvelles théories et cette conception de la matière dont la science s'est

généralement contentée comme objet de ses travaux, et qui n'est qu'un remaniement des idées vulgaires.

Quelle fut cette conception résultant d'une modification des idées fournies par le sens commun? On peut l'indiquer d'une façon générale en rappelant la vieille distinction philosophique entre ce qu'on appelait les qualités « primaires » et « secondaires » de la matière. Les qualités primaires, comme la forme, la masse, possédaient, croyait-on, une existence entièrement indépendante de l'observateur, et la théorie, en ce point, était d'accord avec le sens commun. Les qualités secondaires, d'autre part, telles que la chaleur, la couleur, n'avaient pas une existence indépendante, n'étant que des résultantes de l'action des qualités primaires sur nos organes des sens, et ici, le sens commun et la théorie n'étaient plus d'accord.

Ne craignez pas que je vous entraîne dans les controverses qui se rattachent historiquement à cette théorie. Elles ont laissé des traces durables dans plus d'un système philosophique, et elles ne sont pas encore terminées. La possibilité même d'un univers physique indépendant a semblé s'évanouir devant la puissance destructrice de l'analyse critique. Mais tout cela est en dehors de mon sujet. Mon intention n'est pas de demander quelle preuve nous avons qu'il existe un monde extérieur à nous, et comment nous pouvons, s'il en existe un, en avoir connaissance. Ce sont là des questions qu'il appartient à la philosophie de poser, non à la science, car elles sont logiquement antérieures à celle-ci, et nous devons écarter les réponses sceptiques pour que la science physique devienne possible. Il me suffira de faire observer que cette théorie des qualités primaires et secondaires de la matière, qu'elle soit bonne ou mauvaise, est celle sur laquelle la science a généralement travaillé. C'est sur la matière ainsi conçue que Newton a fait ses expériences; c'est à elle qu'il a appliqué ses lois en mouvement, sa loi de la gravitation.

Et cela ne changea guère lorsque la science se mit à étudier autant les mouvements des molécules que ceux des planètes. Ces molécules et atomes, quoi qu'on pût en dire, étaient au moins des fragments matériels, et, comme les autres, ils possédaient ces qualités « primaires » que l'on supposait caractéristiques de toute la matière, qu'elle fût réunie en grandes masses ou en petites.

Mais la théorie électrique que nous avons examinée nous conduit dans une tout autre région. Elle ne se borne pas à expliquer les qualités secondaires par les primaires, et la manière d'être de la matière en grand amas par celle de la matière en atomes; elle analyse cette matière, soit en grandes masses, soit en molécules, et trouve quelque chose qui n'est aucunement de la matière. L'atome n'est plus maintenant que le théâtre, relativement vaste, dans lequel de minuscules monades exécutent leurs évolutions régulières, et les monades elles-mêmes ne sont plus considérées comme des unités de matière, mais comme des unités d'électricité; de sorte que non seulement la matière est expliquée, mais son explication montre qu'elle n'existe pas.

Le point sur lequel je désire maintenant attirer votre attention n'est pas la grande divergence entre la matière ainsi conçue par le physicien et la matière telle que la connaît l'homme ordinaire, entre la matière telle qu'elle est en réalité et la matière telle qu'elle est perçue, mais le fait que ce que nous savons de la première est antérieurement basé sur la seconde.

Ceci est assurément un paradoxe. Nous prétendons fonder toutes nos opinions scientifiques sur l'expérience, et l'expérience qui sert de base à nos théories physiques, c'est la représentation de l'univers que nous donnent *nos sens*; c'est bien là l'expérience, et dans ce domaine il n'y en a pas d'autre. Pourtant, les conclusions que nous prétendons tirer uniquement d'elle semblent dire juste le contraire de ce qu'elle dit. Notre connaissance de la réalité est basée sur

l'illusion, et les conceptions que nous employons lorsque nous en faisons part aux autres ou que nous y pensons nous-mêmes, sont tirées d'imaginations anthropomorphiques, auxquelles la science nous défend de croire et que la nature nous force à employer.

Nous touchons ici à une série de problèmes dont doit s'occuper la logique inductive, et que cette branche très imparfaite de la philosophie a systématiquement ignorés. Ce n'est pas la faute des hommes de science. Ils sont absorbés par la tâche de faire des découvertes, non par celle d'analyser les vérités que présuppose la possibilité de faire des découvertes. Ce n'est pas non plus la faute des métaphysiciens transcendentaux; leurs spéculations sont à un autre niveau de la pensée humaine; l'intérêt qu'ils portent à la philosophie de la nature est faible, et pour autant que les questions qui les préoccupent soient résolues, il n'est pas certain du tout que les réponses facilitent la solution des difficultés plus humbles dont j'ai parlé ici.

Mais si les hommes de science et les idéalistes ne peuvent être accusés, il n'en est pas de même des philosophes empiriques. Loin d'avoir résolu le problème, ils semblent avoir à peine compris qu'il y en avait un à résoudre. Déroutés par la fausse conception à laquelle j'ai fait allusion plus haut, croyant que la science ne s'occupe que des « phénomènes », qu'elle a fait tout ce qu'on peut lui demander quand elle a rendu compte de la succession de nos sensations individuelles, persuadés qu'elle n'a pour objet que les « lois de la nature », et non le caractère intime de la réalité physique, ne croyant pas, en fait, qu'une telle réalité physique existe, ils ne se sont jamais sentis tentés de considérer quelles sont les vraies méthodes par lesquelles la science atteint son but, et comment ces méthodes doivent être justifiées. Si quelqu'un, par exemple, examine la logique de Mill, avec ses « successions et coexistences de phénomènes », sa « méthode de différences », sa « méthode de concor-

dance », et tout le reste, et s'il compare alors les doctrines scientifiques avec cette explication des procédés à l'aide desquels on est arrivé à les établir, il sera bientôt convaincu que l'édifice qui nous a jusqu'ici été présenté sous le titre imposant de théorie inductive est excessivement petit.

Ces réflexions gagnent encore en intérêt sous l'influence d'un ensemble de pensées qui m'a captivé depuis longtemps, quoique personne, je le reconnais, ne semble s'en être jamais occupé. Remarquez donc que dans l'ordre de la logique ces perceptions sensibles donnent les prémices d'où nous tirons toute notre connaissance du monde physique. Ce sont elles qui nous disent qu'il y a un monde physique, c'est leur autorité qui nous fait savoir son caractère. Mais dans l'ordre de la causalité, elles ne sont que des effets, dus en partie à la constitution de nos organes des sens. Ce que nous voyons ne dépend pas entièrement de ce qu'il y a à voir, mais de nos yeux ; ce que nous entendons ne dépend pas entièrement de ce qu'il y a à entendre, mais de nos oreilles. Or, yeux et oreilles, et tout le mécanisme de la perception, ont évolué, nous le savons, en nous et dans nos grossiers ancêtres, sous la lente influence de la sélection naturelle. Et ce qui est vrai de la perception sensible l'est également des pouvoirs intellectuels, qui nous permettent de bâtir, sur la frêle et étroite base fournie par les perceptions sensibles, l'orgueilleux édifice des sciences.

Or, la sélection naturelle n'agit qu'en vue de l'utilité. Elle encourage les aptitudes utiles à leur possesseur et à son espèce dans la lutte pour l'existence, et de même elle détruit les aptitudes inutiles, tout intéressantes qu'elles puissent être à d'autres points de vue, parce que, étant inutiles, elles sont probablement encombrantes.

Mais il est certain que nos facultés de perception et de calcul étaient entièrement développées longtemps avant qu'elles fussent employées efficacement à la recherche des secrets de la réalité physique, car nos découvertes dans ce

domaine sont des triomphes qui ne datent que d'hier. Les forces aveugles de la sélection naturelle, qui simulent si admirablement un dessein voulu quand elles pourvoient à un besoin immédiat, n'ont pas le pouvoir de lire dans l'avenir, et n'auraient jamais pu, sauf par accident, doter l'humanité en formation d'un appareil physiologique et mental adapté aux hautes investigations physiques. D'après ce que nous apprennent les sciences naturelles, toute qualité, tout sens qui ne nous aide pas à combattre, manger et procréer, n'est qu'un accessoire auprès de celles qui le font. Nos organes des sens ne nous furent pas donnés pour être employés à des recherches; et ce n'est pas pour nous aider à mesurer les cieux ou diviser l'atome que nos facultés de calcul et d'analyse évoluèrent en partant des instincts rudimentaires de l'animal.

Ce sont vraisemblablement ces circonstances qui ont fait que les idées du genre humain sur la matière dans laquelle il vit sont non seulement imparfaites, mais radicalement fausses. Il peut paraître singulier que jusqu'il y a environ cinq ans, notre race, sans exception, ait vécu dans un monde d'illusions, qui ne cachaient pas des choses éloignées ou abstraites, transcendantes ou divines, mais celles que les hommes voient et manient, au milieu desquelles le sens commun marche journellement de son pas le plus assuré, avec son sourire le plus content de lui-même.

Ajoutons toutefois qu'il en est probablement ainsi parce qu'une vision trop directe de la réalité physique eût été un obstacle, et non un adjuvant dans la lutte pour la vie; parce que l'erreur était plus utile que la vérité; ou bien encore parce qu'avec une chose aussi imparfaite que le tissu vivant, il était impossible d'arriver à un meilleur résultat. Mais, si l'on accepte cette conclusion, il faut raisonner de même pour les autres organes des connaissances. Non seulement les sens, mais aussi l'intelligence doit être jugée de cette façon, et l'on ne voit pas bien pourquoi l'on admet-

trait que l'évolution, qui a été si loin de produire des instruments auxquels on puisse se fier pour obtenir les données premières de l'expérience, aurait mieux réussi à prévoir les dispositions physiologiques qui sont la première condition de l'activité de la raison dans ses tentatives d'expliquer ce que dit l'expérience.

Des considérations comme celles-là, si en les énonçant je ne les ai pas rendues inintelligibles, font assurément voir une certaine incohérence inévitable dans tout système général de pensée construit avec des matériaux fournis par les sciences naturelles seules. Etendons autant que nous pouvons les limites de la science; dessinons comme nous voulons le tableau de l'Univers; réduisons son infinie variété aux diverses manifestations d'un éther unique remplissant tout l'espace; retraçons son histoire jusqu'à la naissance des atomes; montrons comment, sous l'influence de la gravitation, ils se concentrèrent en nébuleuses, en soleils, en tous les corps célestes; comment, au moins dans une petite planète, ils se combinèrent pour former les corps organiques; comment ceux-ci devinrent des choses vivantes; comment ces choses vivantes, se développant en divers sens, donnèrent enfin naissance à une race supérieure; comment de cette race sortirent, après de longs siècles, une poignée d'individus instruits, qui regardèrent le monde qui les avait ainsi aveuglément produits, et le jugèrent, et le connurent pour ce qu'il était; — faisons, dis-je, tout cela, et si nous avons atteint la science, nous n'aurons en aucune manière obtenu un système de croyances suffisant à lui-même. Une seule chose au moins restera, dont cette longue suite de causes et d'effets ne donnera pas d'explication complètement satisfaisante : c'est la connaissance elle-même. La science de la nature devra toujours regarder la connaissance comme le produit de conditions irrationnelles, car en dernière analyse elle n'en connaît pas d'autres. Elle devra toujours regarder la connaissance

comme rationnelle, sinon la science elle-même disparaît. Donc, outre la difficulté de tirer de l'expérience des croyances qu'elle contredit, nous devons faire face à celle d'harmoniser la généalogie de nos croyances avec leur titre à l'autorité. Plus nous réussissons à expliquer leur origine, plus nous rendons leur validité douteuse. Plus le faisceau de nos connaissances semble imposant, plus il devient difficile de découvrir à l'aide de quels critériums nous pouvons prétendre à son existence réelle.

Mais ici nous touchons à la limite au delà de laquelle la science physique n'a aucun pouvoir de juridiction. Si la région obscure et difficile qui s'étend au delà peut être étudiée et rendue accessible, c'est à la philosophie, et non à la science, à entreprendre la tâche. Ce n'est pas l'affaire de cette assemblée; nous nous sommes réunis ici pour défendre la cause de la science dans une de ses grandes divisions; nous ne l'aiderions pas en rendant incertaines les limites qui séparent ordinairement celles-ci des autres. On trouvera peut-être que je n'ai pas suivi le précepte que je donne, et que je suis volontairement sorti du grand domaine à l'intérieur duquel les chercheurs qui s'occupent de la nature se livrent à leurs travaux. S'il en est ainsi, je ne puis que vous en demander pardon. Mon premier désir a été d'éveiller en ceux qui, comme moi-même, ne sont pas des spécialistes en physique, le même intérêt absorbant que j'éprouve pour ce qui est certainement, au sujet de l'Univers physique, la spéculation la plus large qui jamais ait prétendu s'appuyer sur des bases expérimentales; et si en ce faisant j'ai été tenté de présenter mon opinion personnelle, qui est que plus la science s'accroît, et plus elle s'appuie sur une interprétation idéale de l'Univers, même ceux qui lui sont le moins favorables seront peut-être disposés à me le pardonner.

A.-J. BALFOUR.

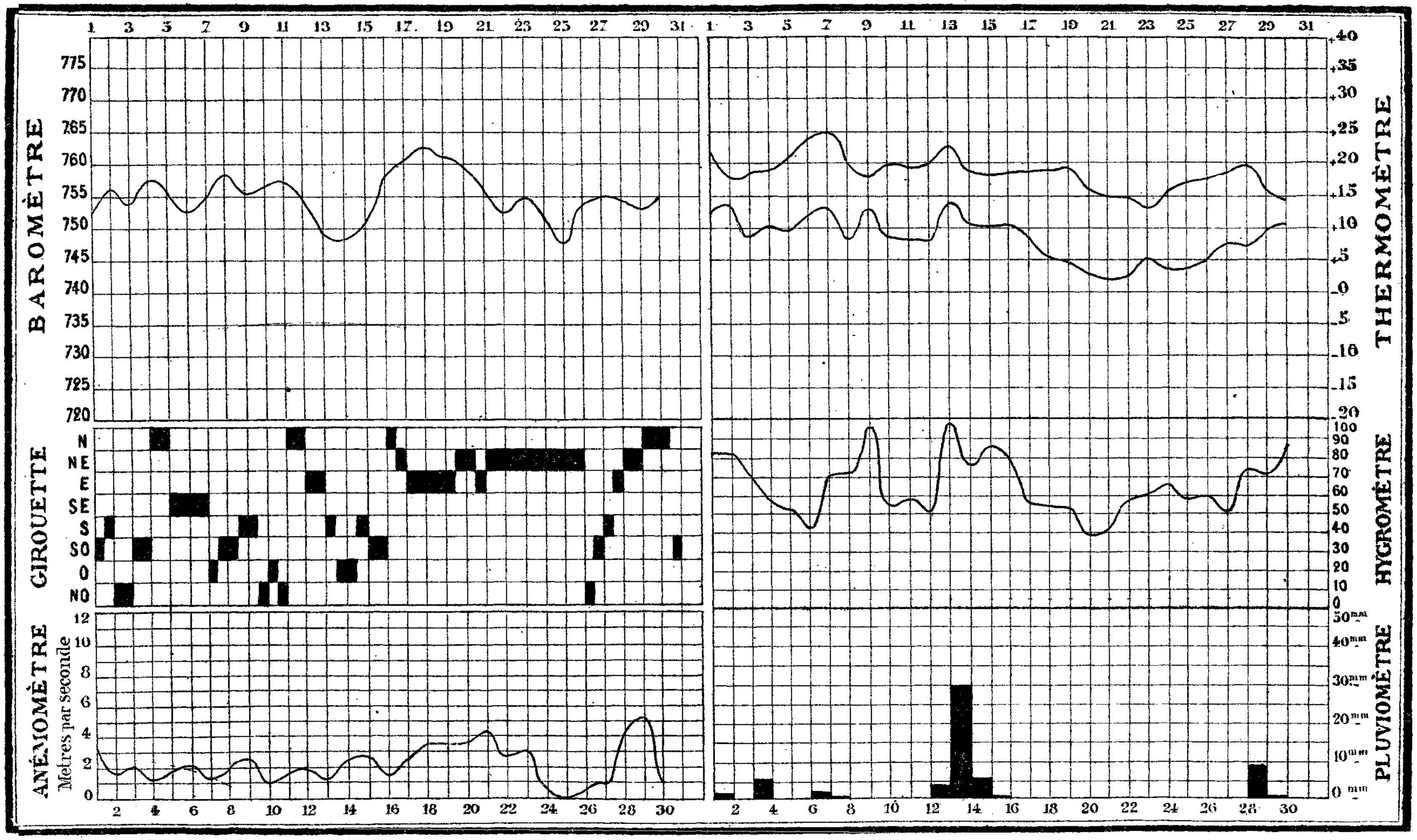
Revue climatologique mensuelle.

SEPTEMBRE 1904.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	752,9^{mm}	755,0^{mm}
— — — la plus élevée.	759,8	. .
— — — — basse.	747,6	. .
Température moyenne du mois. . . .	14°6	13°4
— — la plus élevée . .	17,9	. .
— — — basse . .	12,2	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	32,3	24°8
Minimum — — . . .	1,5	1,7
Nombre de jours de gelée	0	0
— maximum de jours de gelée . .	0	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	177	161
— — (total possible) . . .	379	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(30), W(16), S(12), E(12)	NE (23), E (15), SW (14), N (12)
Vitesse moyenne du vent.	3,3^{m}	2,3^{m}
Humidité à midi	71,7	65,3
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	2,5^{mm}	2,9^{mm}
— totale du mois	76	86
Hauteur de pluie tombée	65	60
— de neige —	0	0
— totale d'eau —	65	60
— maximum —	129	. .
— minimum —	2	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	15	12
— de pluie	16	16
— de neige	0	0
— de grêle	0.5	0
— de tonnerre	1,8	1
— de brouillard	6	7
— couverts	1,0	0
— sereins	1,1	0
Nébulosité moyenne	6,0	6,1

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0^{mm}05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Septembre 1904.



N. B. — La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.

La température moyenne de la première quinzaine de septembre a été normale (15°4), mais celle de la seconde a été trop faible de 2°3 (11°2 au lieu de 13°5), et du 20 au 24 l'écart a atteint 4°6 (9°0 au lieu de 13°6). Il a fait réellement froid alors, le soir et la nuit surtout. La moyenne des minima du 18 au 26 est descendue, en effet, à 3°8, alors que la normale est de 9°4 ; la différence s'élève donc à 5°6. Plusieurs de ces minima ont dépassé les valeurs extrêmes constatées jusqu'ici ; ce sont ceux des 20, 21, 22, 24 et 25 :

DATES.	MINIMUM en 1904.	MINIMUM absolu avant 1904.
20	2°6	4°9
21	1,7	4,9
22	2,2	4,3
24	3,4	3,8
25	3,4	4,5

Pour la même période du 18 au 26 la moyenne des minima sur le gazon est tombée à —1°2, et, sauf le 23, tous ces minima ont été inférieurs à 0°. Le 20, on a observé —2°6; les 24 et 25, —2°3 ; le 26, —2°4. A l'extrême ouest et à l'extrême est du pays, les températures analogues ont été de :

le 20 . . —2°0 à Ypres et —5°2 à Bernistap, près de Tavigny;
le 21 . . —1°1 à Ypres, —3°0 à Carlsbourg et —4°4 à Bernistap (—1°5 à Uccle) ;
le 27 . . —5°2 à Bernistap.

Le minimum absolu sous abri a été presque partout noté le 21 (1°7 à Uccle), mais quelques stations de l'Ardenne l'ont constaté la veille. Dans cette région ce minimum a dépassé le point de congélation et on a compté plusieurs jours de gelée.

Le maximum absolu (24°8 à Uccle) s'est produit le 6.

Le dernier maximum supérieur à 20° a été constaté le 12, mais le maximum du 27 (19°7) s'est beaucoup rapproché de cette valeur.

LOCALITÉS.	Plus basse température.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	4°4	0
Ostende (phare)	2,9	0
Middelkerke	2,0	0
Furnes	2,7	0
Ypres	2,2	0
Iseghem	3,0	0
Somergem	2,0	0
Gand	3,5	0
Tournai	3,0	0
Mons	1,8	0
Paturages	0,8	0
Bruxelles (Jardin botanique)	1,8	0
Uccle (Observatoire)	1,7	0
Anvers	3,6	0
Brasschaet	0,8	0
Bourg-Léopold	0,5	0
Maeseyck	0,2	0
Saint-Trond	2,5	0
Goyer	1,5	0
Cointe	2,7	0
Flémalle-Haute	1,5	0
Tilff	— 0,2	2
Huy (Statte)	0,2	0
Huy	0,2	0
Gembloux	0 2	0
Namur	0,8	0
Maredsous	0,4	0
Florennes	— 0,2	1
Donstiennes	— 1,9	1
Thimister	1,3	0
Verviers (ville)	0,8	0
Verviers (tir)	— 1,0	1
Spa	— 1,6	2
Barrage de la Gileppe	— 2,2	2
Hestreux	— 0,2	1
Baraque Michel	— 2,0	2
Stavelot	— 1,2	3
Ville-du-Bois	— 2,8	4
Bernistap	— 3,3	6
Laroche	— 1,2	3
Bastogne	— 1,5	4
Beauplateau	— 0,6	3
Libramont	0,0	0
Carlsbourg	— 0,5	2
Arlon	0,8	0
Etalle	— 0,5	1
Virton	0,4	0

La seconde quinzaine du mois, à part les trois derniers jours, a été fort belle : sèche et très ensoleillée. Il n'est pas tombé d'eau en quantité mesurable du 16 au 27, et on a joui de 92 heures de soleil pendant cette période.

La première quinzaine a donné 51^{mm} d'eau, dont 30^{mm} fournis par la seule journée du 13. De très fortes pluies sont tombées à cette date sur toute la partie centrale du pays, et aussi en divers points des régions avoisinantes :

	mm
FLANDRE ORIENTALE.	
Termonde	25,0
Hoorebeke-Saint-Corneille	24,4
Audenarde	24,0
HAINAUT.	
Espierres	20,0
Harchies	38,0
Mont-sur-Marchienne	20,0
Luttre	20,0
Ronquières	22,0
BRABANT.	
Haut-Ittre	23,0
Mont-Saint-Jean	20,0
Wavre	21,0
Hal	34,0
Uccle	29,9
Boitsfort	31,0
Schaerbeek	29,4
BRABANT (*suite*).	
Bruxelles (haut)	35,4
— (bas)	35,0
Laeken	28,0
Lombeek-Notre-Dame	31,0
Louvain	23,0
Aerschot	26,5
Sichem	28,7
Diest	25,0
ANVERS.	
Iteghem	24,0
Herenthals	25,3
Gheel	23,5
Moll	28,5
Desschel	22,5
Arendonck	24,0
LIMBOURG.	
Bourg-Léopold	23,2

A l'Observatoire, de 8^h 42^m à 9^h 0^m (18 minutes), le pluviomètre a reçu 13^{mm}. A Neerpelt (Limbourg), M. l'ingénieur Fr. Keelhoff, professeur à l'Université de Gand, a mesuré 10^{mm}5 en *cinq* minutes (10^h 31^m 40^s à 10^h 36^m 40^s).

Dans le Hainaut, de fortes pluies étaient déjà tombées le 12 :

	mm
Maubray	28,0
Roisin	20,0
Paturages	27,6
Anderlues	21,0

et il en est encore tombé d'assez copieuses le 14, de sorte que le total d'eau pour les trois jours du 12 au 14 y a été en certains points assez considérable :

Maubray	62mm
Harchies	51
Herbières	44
Paturages.	44

Le 28, c'est le Luxembourg qui a enregistré des chutes pluviales intenses :

	mm
Virton.	20,9
Libramont	21,0
Bastogne	27,4
Bernistap.	25,0

Si l'on considère l'ensemble du pays, on remarque qu'en général le total pluviométrique de septembre 1904 a été voisin de la valeur normale, mais qu'il a été sensiblement influencé par les précipitations de quelques journées particulièrement pluvieuses. Le nombre des jours de pluie a été moindre que dans un mois de septembre ordinaire.

Des phénomènes orageux ont accompagné les violentes averses de la matinée du 13. C'est le seul jour où le tonnerre a grondé sur une certaine étendue du pays. A Louvain, la foudre est tombée sur une maison, dont elle a démoli la partie supérieure d'une cheminée et endommagé le toit, sans autres dégâts.

La plupart des stations n'ont pas observé de manifestations orageuses en septembre 1904.

Durant la première quinzaine du mois, le régime atmosphérique général a été variable, mais dans la seconde quinzaine il a été franchement anticyclonique, avec centre des hautes pressions sur le nord ou le nord-est de l'Europe. Chez nous, cette dernière situation a, comme nous l'avons vu plus haut, fait descendre le thermomètre et amené du temps sec et ensoleillé; elle a aussi eu pour effet de fixer la girouette dans le quadrant N.-E. Les vents qui ont soufflé

de cette direction ont, au cours du mois, été aussi fréquents que tous les autres vents réunis.

L'air a été très calme. Une seule journée, le 29, a été marquée par quelque agitation, entre 7 et 14 h. La moyenne anémométrique pour cette durée a été de 7^m1 à la seconde, et, de 11 à 12 h., de 8^m3. Par contre, du 24 au 27 la moyenne n'a été que de 0^m6.

Le baromètre n'a subi que de faibles variations : l'écart entre les points extrêmes de sa course n'a été que de $16^{mm}4$. On se rappelle que la même amplitude mensuelle avait été constatée en août.

Le degré d'humidité relative de l'air est, à plus d'une reprise, descendu assez bas pour l'époque. On a constaté :

le 6 . .	32 à Uccle, 30 à Huy, 23 à Stembert (Verviers);
le 17 . .	32 à Virton, 28 à Huy, 30 à Stembert, 31 au Barrage de la Gileppe;
les 19 et 20	33 à Uccle.

Du 17 au 27, la moyenne hygrométrique à midi ne s'est élevée qu'à 54.4.

Le 15, vers 17 h., une trombe a été observée à Wiers, près de Péruwelz. Voici la description qui nous en a été faite par M. C. Dugautier, brasseur à Wiers :

« Le temps était couvert, mais calme. La tête du météore se perdait dans les nuages, dont il avait la couleur. Il avançait comme une colonne et était animé d'un mouvement giratoire. Son diamètre n'était que de quelques mètres. Tout ce qui se trouvait sur son passage fut enlevé, arraché, déraciné : parties de toitures, arbres, récoltes; les betteraves et les légumes furent particulièrement atteints. La trombe fit ainsi un trajet de 700 à 800 mètres, puis elle se scinda en deux et s'évanouit. »

De belles lueurs crépusculaires ont été vues vers le milieu du mois, du 15 au 18 notamment. Elles ont été comme l'annonce du beau temps qui a régné ensuite.

A. LANCASTER.

NOTES.

EXPOSITION DE SAINT-LOUIS. — Nous avons appris avec une vive satisfaction que l'Observatoire royal de Belgique avait obtenu un « Grand Prix » à l'Exposition universelle de Saint-Louis.

— AGITATION VOLCANIQUE. — Presque en même temps, le Vésuve et le mont Pelé ont donné des signes d'activité.

A la date du 22 septembre, le premier de ces volcans a lancé des pierres calcinées, et des coulées de lave se sont produites sur son versant nord-est.

Le lendemain, l'activité du Vésuve est devenue très forte. Les parois éboulées du cratère ont eu une tendance à obstruer celui-ci; il était le siège d'immenses explosions et vomissait des poussières. Le courant de lave de la vallée d'Atrio del Cavallo formait de petits volcans dont les explosions s'élevaient jusqu'à 50 mètres de hauteur.

De larges fissures se sont produites dans le grand cône, dont on considérait le déchirement comme possible. Les 24 et 25 septembre l'explosion continuait et le volcan lançait des matières ignées à de grandes hauteurs.

Quant au mont Pelé, il était aussi en activité à la fin de septembre, et cette activité a persisté jusque dans les premiers jours d'octobre. On n'a pas eu, heureusement, de grands dégâts à constater. D'immenses quantités de vapeur et de cendres sont sorties du volcan.

Pendant toute la journée du 29 septembre, des vapeurs ont plané au-dessus du cratère; elles formaient un nuage qui s'élevait à environ 2 400 mètres de hauteur. Les deux pointes du cône étaient brillamment éclairées.

— SOURCES CHAUDES DU SIMPLON. — De nouvelles sources chaudes ont surgi dans le tunnel du Simplon; elles donnent un débit de 1 200 à 1 500 litres par seconde, à la température de 54°.

— L'ENDROIT DU GLOBE OU IL TOMBE LE PLUS D'EAU. — D'après toutes les données qui ont été recueillies jusqu'ici sur la répartition des chutes pluviales à la surface de la Terre, c'est toujours Cherra Punji, dans le Bengale oriental, qui doit être considéré comme le lieu le plus arrosé du globe (1).

Cherra Punji se trouve dans la province d'Assam, non loin de l'océan Indien, par 25°16′ de latitude N. et 91°47′ de longitude E. de Greenwich. Son altitude est de 1 313 mètres.

Le tome XIV des *Indian meteorological Memoirs*, qui a paru récemment, contient les résultats complets des observations pluviométriques faites

(1) Voir la 2e année de *Ciel et Terre*, p. 315.

depuis 1851 à Cherra Punji, et nous en extrayons les quelques indications ci-après :

Pluie à Cherra Punji.

MOIS.	TOTAL moyen.	maximum.	minimum.
Janvier	19mm	109mm	0mm
Février	55	147	0
Mars	281	1 394	0
Avril	819	2 180	97
Mai	1 309	2 475	339
Juin	2 670	5 084	820
Juillet	2 781	4 773	876
Août	1 943	3 049	869
Septembre	1 353	3 231	290
Octobre	353	1 185	13
Novembre	38	188	0
Décembre	6	82	0

Les données du tableau ci-dessus résultent d'observations faites pendant trente années consécutives (1871-1900).

Si l'on tient compte d'observations faites antérieurement à 1871 pendant neuf années, mais ne formant pas une série ininterrompue, on trouve comme total moyen annuel de l'eau qui tombe à Cherra Punji, 11 884 millimètres, dont 1 226 versés par la mousson de NE. (décembre à avril) et 10 658 fournis par la mousson de SW. (mai à novembre).

En 1861, le total s'est élevé à 23 269 millimètres, et en 1873 il est descendu à 7 172 millimètres.

En juillet 1865, on a mesuré 9 300 millimètres.

La mousson NE. de 1879 n'a donné que 305 millimètres, mais celle de 1892 a produit 3 579 millimètres.

Pour la mousson SW. les extrêmes sont : 5 783 millimètres en 1896 et 20 577 millimètres en 1861.

Les pluies considérables que reçoit Cherra Punji ont pour cause la situation topographique toute spéciale de cette localité. Elle n'est distante de l'océan que de 65 lieues environ, et les Khasia Hills, sur les flancs desquelles elle se trouve accolée, émergent brusquement de la région basse, parsemée de marécages. Les vents de SW., en y arrivant chargés non seulement des vapeurs enlevées à la mer, mais aussi de celles recueillies sur leur passage au-dessus de ces 65 lieues de marécages, sont arrêtés net dans leur route et contraints d'atteindre des régions plus élevées, partant plus froides, où

s'opère immédiatement la condensation de l'énorme quantité de vapeur qu'ils tiennent en suspension. Ce sont alors de véritables trombes d'eau qui s'abattent sur les monts Khasia.

— COUP DE FOUDRE SUR UN CERF-VOLANT MÉTÉOROLOGIQUE. — On lit dans le fascicule de juillet de la revue *Das Wetter* que, le 4 du même mois, vers 11 h., trois cerfs-volants avaient été lancés de la station aéronautique de la « Seewarte », à Hambourg. Le cerf-volant de tête, près duquel était fixé l'enregistreur, planait à une altitude de 1 820 mètres, quand apparut un nuage orageux sous la forme d'un cumulo-nimbus très sombre. A un certain moment un éclair en jaillit. Les personnes présentes ressentirent une forte commotion et aperçurent ensuite une longue traînée de feu d'où tombait une pluie d'étincelles. En même temps on entendit une forte détonation semblable à un coup de canon. Deux secondes après le tonnerre se fit entendre et on vit encore une longue ligne de fumée de la grosseur du bras On constata bientôt que le fil qui retenait les cerfs-volants avait été frappé par l'éclair et brûlé sur toute sa longueur déployée, soit environ 3 000 mètres. Même la partie, environ 600 mètres, qui émergeait au-dessus du nuage orageux, avait été consumée. Seules les points où étaient attachés les fils des cerfs-volants auxiliaires avaient été épargnés. A terre gisaient de petites masses de fer fondu d'une forme conique très remarquable.

— LES ÉTOILES NOUVELLES. — Que deviennent les étoiles nouvelles ?

M. Perrine a résumé dans *The Astrophysical Journal* ses recherches spectrographiques concernant les étoiles nouvelles trouvées depuis quelques années. L'instrument employé a été le télescope Crossley de l'Observatoire Lick. La Nova du Cocher, découverte par M. Anderson en 1892 et qui atteignit la 4e 1/2 grandeur à son maximum, est aujourd'hui tombée à la 14e grandeur. La Nova de Persée, également découverte par M. Anderson, le 21 février 1901, et qui fit tant parler d'elle, n'est plus qu'une minuscule étoile de la 12e grandeur. Elle avait cependant surpassé en éclat toutes les étoiles visibles, sauf Sirius. La Nova des Gémeaux, trouvée par M. le professeur Turner, de l'Université d'Oxford, le 16 mars 1903, et qui avait atteint, à sa découverte, la 5e grandeur, est tombée également à la 12e grandeur. Le spectre de ces astres éphémères a éprouvé de profonds changements avec le temps. Il semble que l'aspect final de ces spectres, après avoir été celui des nébuleuses, se rapproche du spectre présenté par la Nova du Cygne de 1876 et par le plus grand nombre des étoiles, d'ailleurs c'est-à-dire qu'il devient un spectre continu, dépourvu de lignes brillantes.

— DÉCROISSANCE DE LA TEMPÉRATURE AVEC LA HAUTEUR DANS LES CYCLONES ET LES ANTICYCLONES. — M. J. Hann a communiqué récemment à l'Académie des sciences de Vienne le résultat de ses recherches sur le

décroissement de la température avec la hauteur jusqu'à 10 kilomètres, d'après les observations recueillies par les ballons-sondes.

Le savant météorologiste viennois confirme en général les conclusions auxquelles était arrivé M. Teisserenc de Bort. La diminution de la température avec la hauteur, dans les couches inférieures de l'atmosphère, est plus lente dans les anticyclones que dans les cyclones; pour les couches supérieures, c'est le contraire qui se produit.

Les températures les plus basses, à grande hauteur, se trouvent dans les anticyclones.

BIBLIOGRAPHIE.

Handbuch der Erdbebenkunde, par A. SIEBERG. Brunswick, Vieweg, 1904; vol. in-8° de XVIII-362 pages avec 113 figures et cartes.

Sous ce titre bien modeste de *Manuel*, M. A. Sieberg, premier assistant à l'Observatoire météorologique d'Aix-la-Chapelle, vient de faire paraître une œuvre des plus intéressantes et des plus savantes, à laquelle on doit reconnaître avant toute autre qualité, le mérite de paraître à son heure, ou bien, suivant une expression à peu près consacrée, à l'instant psychologique où l'on pouvait souhaiter, dans le monde des géophysiciens, voir l'apparition d'un semblable travail. La sismologie est, peut-on dire, une science nouvelle. Depuis l'origine des civilisations conscientes d'elles-mêmes, les mouvements violents de l'écorce du globe ont effrayé les peuples, et les phénomènes souvent terribles et grandioses qu'ils ont produits ont excité surtout les imaginations inquiètes sans faire naître de recherches d'un caractère scientifique. Ce n'est que du jour où, grâce à l'introduction des instruments, la *mesure* s'est introduite dans l'étude des phénomènes sismiques, que l'empreinte de la science s'est attachée aux études nouvelles, et, dans cet ordre d'idées, nous avons à citer en première ligne le *pendule horizontal*, qui, sous ses diverses formes, est l'un des instruments principaux, si pas l'instrument capital et universel, de la plupart des *stations sismologiques* érigées sur la surface du globe depuis quelque dix années. Dans un travail que nous offrait récemment la revue *Gaea* (1), le professeur Klein va jusqu'à comparer, et avec justesse, le rôle joué par le pendule horizontal pour déceler les grands ou faibles mouvements du sol qui nous porte, avec celui, à jamais mémorable, qui a été dévolu à la lunette astronomique de Galilée. Et à ce sujet, il rappelle, — il apprend même à beaucoup de ceux qui s'occupent de ces questions nouvelles, et nous faisons partie de ces élèves, — que le pendule horizontal, de l'aveu même de Zöllner qui le réalisa, devrait porter le nom de pendule de Hengler, professeur à Munich, dont le travail a été, dès 1871, signalé par M. Klein. (*Dingler's Polytechnisches Journal,* vol. 43.)

---

(1) Numéro d'octobre 1903.

La IIe Conférence sismologique internationale, réunie à Strasbourg en juillet 1903, a, en quelque sorte, consacré la science sismologique nouvelle, lui a donné droit de cité dans la grande association scientifique. Cette conférence a été suivie de la fondation de l'Association sismologique internationale, dont la plupart des États, y compris la Belgique et le Congo, font déjà partie, et qui s'assemblera pour la première fois pendant l'année qui s'ouvrira bientôt.

Le *Manuel de sismologie* de M. A. Sieberg aborde d'une manière nécessairement succincte, mais sans laisser place à aucun oubli, toutes les parties de cette science déjà si complexe et reliée par tant de points avec les branches les plus élevées de la mécanique, de la physique terrestre, de la géodésie, de l'astronomie elle-même. L'auteur décrit dans les deux premières parties les phénomènes sismiques en eux-mêmes, qu'ils se produisent sur la terre, sur la mer, qu'on les perçoive comme phénomènes d'origine lointaine, ou enfin que mouvements lents et presque insensibles, on soit conduit à les attribuer à des causes astronomiques ou météorologiques (périodes d'un jour ou d'un demi-jour lunaire, période d'un jour solaire, etc.). Dans la troisième partie il examine les instruments de mesure ou d'observation, les sismographes et les sismoscopes, déjà si nombreux, et dont les plus importants (von Rebeur-Paschwitz, Milne, Omori) appartiennent à la classe du pendule horizontal. La quatrième partie est consacrée à l'examen des méthodes de recherche des éléments divers que l'étude des courbes des enregistreurs permet d'atteindre. On y trouvera notamment une étude très complète de l'hodographe de Schmitt et la vérification des idées théoriques émises par le savant professeur par l'examen du tremblement de terre récent de Sinj, en Bosnie. Enfin, il nous faut signaler l'exposé aussi clair que précis consacré par l'auteur à l'étude des tracés dus aux tremblements de terre lointains, tracés qui permettent avec Belar et Laska, de retrouver les épicentres, et le lieu où ils sont nés et que des milliers de kilomètres séparent parfois de l'observateur. C'est, en effet, un des plus beaux triomphes des instruments si délicats que la science sismologique a aujourd'hui à sa disposition, d'avoir montré que des mouvements, des frémissements vibratoires traversent le globe dans toute son épaisseur, ou en font le tour, comme des vagues superficielles. M. A. Sieberg nous dévoile la trame de ces mouvements complexes qui se superposent sans se nuire, avec la délicatesse de l'artisan pour lequel aucun enchevêtrement des fils de cette trame n'est un mystère. Il était d'ailleurs, par ses travaux sismologiques antérieurs, bien désigné pour l'œuvre si intéressante que nous avons aujourd'hui sous les yeux. Disons, pour terminer, que si son nom autorisé est bien connu dans le monde des sismologues, il l'est aussi, et de longue date déjà, des lecteurs de *Ciel et Terre*, auquel il a maintes fois bien voulu prêter l'appui de son autorité scientifique.

E. Lagrange.

La notion de la figure de la Terre, de Thalès à Newton.

[Leçon d'ouverture du Cours de Physique céleste à la Sorbonne, à Paris, le 15 avril 1904.]

La Physique céleste a commencé le jour où l'on a vu dans les astres autre chose que des points lumineux offerts en spectacle à nos regards, où ils sont apparus comme méritant une étude spéciale au point de vue de leur structure et de leur histoire. Cette étude ne pouvait être que rudimentaire et conjecturale avec les moyens d'observation dont les Anciens disposaient. Je ne vous entretiendrai point des rêveries, des légendes dont les corps célestes ont fait le sujet et qui concernent principalement leurs influences supposées sur les destinées humaines. Curieuses au point de vue de l'histoire des idées, ces doctrines n'ont laissé qu'un bien faible résidu susceptible d'être utilisé. Si, de temps à autre, quelques vues exactes se sont produites, elles ont attendu, pour porter leurs fruits, le progrès des instruments. A cet égard, on peut considérer comme le premier pas décisif l'invention de la lunette astronomique, qui date des premières années du XVIIe siècle. Le XIXe siècle a fourni son contingent par deux découvertes non moins fécondes, la photographie et l'analyse spectrale.

Une exception est à faire cependant. On a vu naître de bonne heure cette notion que la Terre est un astre, libre de se mouvoir dans l'espace, comme la Lune et le Soleil, que ses dimensions ne sont pas inaccessibles à toute mesure, qu'elles se réduiraient peut-être à bien peu de chose si nous pouvions quitter cette surface où nous sommes attachés et nous transporter à travers les espaces stellaires.

Une fois cette idée mise en avant, il est clair qu'un champ très vaste est ouvert aux observateurs. C'est au moyen

d'études de détail accumulées, synthétisées que nous pouvons acquérir sur le globe terrestre des idées d'ensemble, nous représenter sa forme exacte, formuler des données positives sur sa structure et son histoire. Toute conclusion applicable à la Terre dans sa totalité constitue un progrès pour l'Astronomie, car elle peut s'étendre dans une certaine mesure aux corps célestes, et devenir ainsi une source de vérifications et d'expériences. Ainsi la Terre nous aide à comprendre le monde. Réciproquement les astres peuvent nous aider et nous aident en effet à mieux connaître la Terre, car ils nous offrent du premier coup ces aperçus généraux et intuitifs que nous n'obtenons sur notre globe qu'au prix d'un labeur prolongé. Il est clair que les apparences lointaines, considérées seules, sont plus sujettes à l'illusion; c'est donc l'étude de la Terre qui doit logiquement précéder, et c'est à elle que seront consacrées nos premières leçons.

D'habitude, nous ne nous attacherons pas aux développements historiques et nous aborderons presque immédiatement les résultats de la période moderne. Pour aujourd'hui cependant nous procéderons autrement, d'abord à cause du caractère particulier d'une leçon d'ouverture, qui invite à écarter les développements arides et les supputations numériques, ensuite parce que cette idée de la sphéricité, de l'isolement de la Terre, était en quelque sorte la condition *sine qua non* des progrès ultérieurs de l'astronomie et qu'il est intéressant de voir comment elle s'est établie en dépit des préjugés contraires.

Les érudits n'en ont retrouvé que des traces bien vagues dans les traditions et les livres sacrés de l'Orient. L'étude du Ciel a eu des adeptes en Chine, dans l'Inde, en Assyrie, en Égypte, à des époques très reculées. Chez tous ces peuples le calendrier, la prédiction des éclipses, les horoscopes avaient une destination utilitaire. C'est seulement chez les auteurs grecs que nous voyons les objets célestes

envisagés en eux-mêmes et non plus seulement dans leurs relations réelles ou supposées avec l'homme. Une remarque analogue, faite par Vivien de Saint-Martin au début de son *Histoire de la Géographie*, l'amène à conclure à l'existence d'aptitudes originelles à la race blanche. D'ailleurs, ce que nous savons de l'état social des Anciens montre que les cités helléniques ont réalisé, pour la première fois peut-être, les conditions favorables à la culture désintéressée des sciences.

Les Grecs ont été un peuple navigateur. Ils ont de bonne heure colonisé en Asie et en Sicile, ils ont senti l'utilité de demander des points de repère au Ciel pour s'orienter dans leurs traversées. La disparition progressive des montagnes lointaines, commençant par la base, finissant par le sommet, ne leur a pas échappé. L'apparition de nouvelles étoiles, conséquence d'un déplacement de quelques degrés vers le Sud, a frappé leur attention. De plus, la richesse acquise par le commerce créait une classe d'hommes affranchis de la nécessité du labeur quotidien, assurés du lendemain, libres de s'adonner aux études abstraites.

On s'explique ainsi qu'il se soit rencontré, six cents ans environ avant l'ère chrétienne, un terrain propice à l'éclosion des idées de Thalès de Milet. Les ouvrages de ce philosophe sont perdus et nous ne les connaissons que par les extraits de Diogène de Laërce. Habitant l'Ionie, il avait beaucoup voyagé; il était allé s'instruire auprès des prêtres égyptiens, alors en grande réputation de savoir et contemplateurs assidus des astres. Le premier, il paraît avoir enseigné avec autorité et succès la sphéricité de la Terre. Il a reconnu la vraie cause des éclipses, dans l'interposition de la Lune entre la Terre et le Soleil ou de la Terre entre le Soleil et la Lune. On nous dit même qu'il avait déterminé la distance au pôle des principales étoiles de la Petite Ourse, ce qui suppose la notion de l'axe du monde et la construction d'un appareil propre à mesurer les angles. Le rap-

prochement de mesures semblables, faites en des localités différentes, devait, un jour ou l'autre, conduire à une valeur approchée des dimensions du globe terrestre.

Socrate, deux siècles après, jugeait encore l'entreprise bien audacieuse : « Je suis convaincu, disait-il, que la Terre est immense et que nous, qui habitons depuis le Phase jusqu'aux colonnes d'Hercule, nous n'en occupons qu'une très petite partie, comme les fourmis autour d'un puits ou les grenouilles autour de la mer. »

Les disciples de Socrate furent moins timides. Platon professa expressément la doctrine des antipodes, dont Diogène de Laërce le considère comme l'inventeur. C'est-à-dire qu'il admet que la Terre possède une région diamétralement opposée à la nôtre, où la direction de la verticale est renversée.

Aristote est encore plus explicite. Il se range à l'opinion de Thalès, qui regarde la Terre comme un globe immobile au centre du monde. Il développe en faveur de la sphéricité l'argument de la silhouette projetée sur le disque de la Lune pendant les éclipses. Il note l'abaissement très sensible de l'étoile polaire sur l'horizon, quand on marche du Nord au Sud. Cela prouve non pas seulement que la Terre est ronde, mais qu'elle n'est pas d'une grandeur démesurée. La surface terrestre n'a pas à proprement parler de limites. Rien n'empêche que ce soit la même mer qui baigne les Indes d'une part, les colonnes d'Hercule de l'autre. Notons au passage cette déclaration, qui a dû être l'origine des audacieux projets de Colomb et qui lui a permis, en tout cas, de mettre son entreprise sous le patronage révéré du philosophe stagyrite.

Des mathématiciens, auxquels Aristote fait allusion sans les nommer, attribuent à la Terre 400 000 stades de tour. C'est presque deux fois trop s'il s'agit du stade olympique. Aristote paraît, au contraire, trouver cette évaluation bien faible. A ce compte, dit-il, on ne pourrait même pas dire

que la Terre soit grande par rapport aux astres. Mais Aristote n'admet pas que la Terre soit un astre. Il écarte comme peu sérieuse l'opinion des pythagoriciens d'Italie, qui mettaient la Terre au nombre des astres et la faisaient mouvoir autour de son centre, de manière à produire l'alternance des jours et des nuits.

Il n'y avait qu'une manière de trancher la question, c'était de procéder à une mesure effective : ce fut le principal titre de gloire d'Eratosthène, astronome et chef d'école en grande réputation à Alexandrie deux cents ans avant notre ère. Il avait observé que le jour du solstice d'été le Soleil arrive au zénith à Syène, dans la Haute-Égypte, et que son image apparaît au fond d'un puits. Il mesure le même jour la hauteur méridienne du Soleil à Alexandrie, qu'il considère comme située sur le méridien de Syène. Le complément de cette hauteur est la différence des latitudes. Connaissant la distance et admettant la sphéricité de la Terre, il en conclut la circonférence du globe par une simple proportion.

Cette opération fut très admirée des Anciens, au témoignage de Pline, et le résultat était, en effet, très satisfaisant pour l'époque. Le chiffre donné, 250 000 stades, aurait dû être remplacé par 246 000, d'après l'évaluation la plus probable du stade employé. Maintenant, comment Eratosthène savait-il qu'Alexandrie et Syène sont sur le même méridien ? Comment avait-il déterminé en stades la distance des deux stations ? Il est à supposer qu'il avait fait usage de plans cadastraux dressés depuis longtemps pour les besoins de l'administration et de l'agriculture et orientés par des observations gnomoniques. L'intérêt que les Égyptiens attachaient à une orientation exacte est d'ailleurs attesté par la construction des pyramides.

La nécessité de combiner les observations de longitude avec les mesures de latitude a été bien mise en lumière par Hipparque, le plus grand astronome de l'antiquité, qui

professait à Rhodes de 165 à 125 avant notre ère. Il est l'auteur de la division du cercle en 360°, de la définition des parallèles et des méridiens, d'un système de projections planes encore employé. Le premier, il montra nettement qu'il faut s'adresser au Ciel pour connaître la forme de la Terre. Il indique le parti à tirer des éclipses pour la mesure des longitudes, et cette méthode est demeurée, en effet, la seule capable de fournir des résultats un peu exacts jusqu'à l'invention des lunettes. Il établit que la valeur d'une carte est subordonnée à la détermination astronomique des deux coordonnées (longitude et latitude) des principaux points. Et pour faciliter ces déterminations, il calcule des tables d'éclipses et de hauteurs du Soleil.

Hipparque ne trouva pas malheureusement de successeurs capables de réaliser le programme si judicieux qu'il avait tracé. Les conditions d'exactitude d'une mesure astronomique furent complètement méconnues par Posidonius, disciple d'Hipparque, qui entreprit de recommencer la détermination d'Eratosthène. Les stations choisies furent Alexandrie et Rhodes. La différence de latitude résultait de cette remarque que l'étoile Canopus ne fait que paraître sur l'horizon de Rhodes, au lieu qu'elle s'élève à $7^{\circ}\,{}^{1}/_{2}$ sur l'horizon d'Alexandrie. C'était un tort déjà d'utiliser des observations faites à l'horizon plutôt qu'au zénith. C'en était un autre de choisir deux stations séparées par la mer et dont la distance linéaire ne pouvait être que grossièrement évaluée. Enfin, Rhodes est encore moins exactement que Syène sur le méridien d'Alexandrie, et l'on ne dit pas comment il a été tenu compte de la différence de longitude. Malgré cela, la détermination de Posidonius, telle qu'elle nous est rapportée par Cléomède dans son *Abrégé de la Sphère*, donne encore un résultat meilleur que l'on n'aurait été fondé à l'espérer : 240 000 stades.

Le géographe Strabon (20 ans après J.-C.) entreprit de corriger le calcul de Cléomède en se fondant sur une autre

évaluation, d'ailleurs conjecturale, de la distance d'Alexandrie à Rhodes. Cette fois le résultat fut beaucoup plus inexact : 180 000 stades seulement. C'est un exemple d'une de ces corrections malheureuses, dont l'histoire des sciences offre plus d'un exemple. Mais il en est peu qui aient trouvé un si long crédit. Bien des siècles devaient se passer avant qu'elle ne fût rectifiée. Dès cette époque, du reste, bien avant les invasions des barbares ou la révolution religieuse qui a transformé le vieux monde, il est aisé de voir que la science grecque est en décadence. Les préjugés vulgaires reprennent de l'empire, même sur les hommes instruits. Posidonius trouve nécessaire de se transporter au bord de l'océan Atlantique (qu'il appelle mer extérieure) pour s'assurer si l'on n'entend pas le sifflement du Soleil, plongeant dans la mer. Strabon admet bien la sphéricité de la Terre, mais il croit que la zone torride est inhabitable, à cause de la chaleur excessive qui y règne. De l'autre côté se trouve une autre zone habitée, mais toute communication avec ces peuples lointains nous est interdite. Pline laisse voir une préférence pour la doctrine des antipodes et l'isolement de la Terre, mais il est préoccupé plus que de raison des objections populaires. Si la Terre est isolée dans l'espace, se demande-t-il, pourquoi ne tombe-t-elle pas? — Sans doute parce qu'elle ne saurait pas où tomber, étant à elle-même son propre centre.

Ptolémée (140 ans après J.-C.) a passé longtemps, mais à tort, pour le représentant le plus distingué de l'astronomie ancienne. Son ouvrage, publié à Alexandrie, porte le nom de *Construction ou Syntaxe mathématique.* Il est plus connu sous le nom d'*Almageste* que lui ont donné les traducteurs arabes. Nous signalerons seulement dans son œuvre ce qui a trait à la mesure de la Terre : il se propose de réaliser le plan de géographie mathématique ébauché par Hipparque, de dresser la carte du monde connu, en s'appuyant sur toutes les déterminations de latitude et de longitude qu'il

pourra rassembler et prenant pour méridien origine celui d'Alexandrie. L'intention est louable, mais l'exécution très défectueuse. Il manque complètement d'esprit critique dans la mise en œuvre des matériaux nombreux qu'il rassemble et commet de graves confusions dans les unités de mesure.

Des siècles se passeront avant que l'œuvre de Ptolémée soit reprise. Les guerres civiles, les invasions, les bouleversements politiques détournent de plus en plus les esprits de la culture paisible de la science. L'éloquence qui donne le pouvoir, le mysticisme qui console des cruelles réalités de la vie, font délaisser les recherches physiques. Il est curieux de noter à cet égard le langage des écrivains appelés à exercer par la suite le plus d'influence sur les esprits. Ainsi Lactance, dans ses *Institutions divines*, considère la notion des antipodes comme une mauvaise plaisanterie des savants, qui exercent volontiers leur esprit sur des choses invraisemblables. Saint Augustin, dans la *Cité de Dieu*, ne rejette pas absolument la sphéricité de la Terre, mais il ajoute : « Quant à ce qu'on dit qu'il y a des antipodes, c'est-à-dire des hommes dont les pieds sont opposés aux nôtres et qui habitent cette partie de la Terre où le Soleil se lève quand il se couche pour nous, il n'en faut rien croire ; aussi n'avance-t-on cela sur le rapport d'aucune histoire, mais sur des conjectures et des raisonnements, parce que, la Terre étant suspendue en l'air et ronde, on s'imagine que la partie qui est sous nos pieds n'est pas sans habitants. Mais on ne considère pas que, lors même qu'on démontrerait que la Terre est ronde, il ne s'ensuivrait pas que la partie qui nous est opposée n'est pas couverte d'eau. Et d'ailleurs, quand elle ne le serait pas, quelle nécessité y aurait-il qu'elle fût habitée? D'une part, l'Écriture dit que tous les hommes viennent d'Adam, et elle ne peut mentir ; d'autre part, il y a trop d'absurdité à dire que les hommes auraient traversé une si vaste étendue de mer pour aller peupler cette autre partie du monde. »

Les scrupules de saint Augustin étaient, nous le savons, mal fondés; mais cette tendance à subordonner les sciences de la nature à des considérations morales, à opposer des textes révérés, mais mal compris, aux résultats des recherches physiques, va dominer à peu près sans conteste pendant le moyen âge tout entier.

Il y eut cependant une renaissance appréciable des études astronomiques chez les Arabes. sous l'influence des auteurs grecs. Al-Mamoun, calife de Bagdad, de 813 à 832, s'intéressait vivement aux choses du Ciel. On dit que, vainqueur de l'empereur de Constantinople, il lui imposa, comme condition de la paix, la remise d'un manuscrit de l'Almageste. Ce qui est certain, c'est qu'il fit traduire Ptolémée et ordonna la mesure d'un arc de méridien. Il y eut deux opérations distinctes, quoique simultanées, l'une dans la plaine de Sindjar en Mésopotamie, l'autre en Syrie. Voici comment la première est rapportée par Aboulféda : « Les envoyés se divisèrent en deux groupes, les uns s'avancèrent vers le pôle Nord, les autres vers le Sud, marchant dans la direction la plus droite qu'il fût possible, jusqu'à ce que le pôle Nord se fut élevé de 1° pour ceux qui marchaient vers le Nord et abaissé de 1° pour ceux qui s'avançaient vers le Sud. Alors ils revinrent au lieu d'où ils étaient partis, et, quand on compara leurs observations, il se trouva que les uns avaient avancé de 56 milles $^1/_3$, les autres de 56 milles, sans aucune fraction. On s'accorda pour adopter la quantité la plus grande, celle de 56 milles $^1/_3$. »

D'après les conjectures les plus probables sur la valeur du mille employé, ce résultat est plus loin de la vérité que celui d'Eratosthène. Il ne semble pas qu'on se soit arrêté à la différence constatée, qui aurait pu faire soupçonner que la Terre n'était pas exactement sphérique. Les astronomes arabes n'ont pas persévéré dans la voie qui s'offrait à eux. Ils se sont attachés à l'observation des éclipses, au calcul des positions géographiques. Les catalogues d'Aboulhasan

(XIIIe siècle), de Nasir-Ed-Dîn, d'Oulough-Beg, prince de Samarcande au XVe siècle, marquent un progrès considérable sur les positions de Ptolémée.

Ce mouvement ne fut suivi en Occident que d'assez loin, au fur et à mesure de ce qu'exigeaient les progrès de la navigation. Christophe Colomb, persuadé de la rondeur de la Terre par ses voyages au long cours et par la lecture des Anciens, adoptait pour la circonférence terrestre la fausse évaluation de Strabon, pour la différence de longitude entre l'Europe et l'Inde une estimation plus fausse encore. Aussi prévoyait-il que pour rejoindre les Indes par l'Ouest, il aurait seulement 1 100 lieues de mer à franchir. Heureuse erreur, car s'il eût mis en avant le vrai chiffre, qui est de 3 000 au moins, il n'eût trouvé personne pour tenter l'aventure avec lui. On sait quelle peine Colomb eut à faire accepter ses vues par une assemblée composée des hommes les plus instruits de l'Espagne.

Quoi qu'il en soit, l'éclatant succès de Colomb, et bientôt après le retour des compagnons de Magellan, mirent la rondeur de la Terre au-dessus de toute discussion, et il ne se trouva plus personne pour opposer à la réalité des antipodes l'autorité de Lactance ou de saint Augustin.

Mais le fait qu'une confusion avait pu se produire entre les Indes orientales et les Indes occidentales, si éloignées en longitude, montrait la nécessité de reprendre le calcul du rayon terrestre. Une tentative intéressante fut faite dans ce sens en 1528 par le médecin Fernel. Il mesura la différence des hauteurs du pôle sur l'horizon de Paris et sur l'horizon d'Amiens. Pour évaluer la distance, il avait simplement fixé un compteur à une roue de sa voiture. Le résultat publié par lui est assez exact, mais ce moyen grossier ne pouvait évidemment inspirer beaucoup de confiance.

Le hollandais Snellius posa en 1615 le véritable principe des mesures géodésiques, et en fit l'application dans la plaine de Leyde. Il est expliqué dans son ouvrage *De la*

grandeur de la Terre, publié en 1617, avec le sous-titre : « L'Eratosthène batave ».

Snellius est le premier qui ait eu recours à la triangulation. Aux deux extrémités d'une base soigneusement mesurée en terrain plat, il détermine les azimuts de deux signaux bien visibles, reconnaissables à distance, et se prêtant l'un et l'autre à l'installation d'un instrument propre à mesurer les angles. La longueur AB qui sépare ces deux signaux peut être calculée. On la prend comme base du nouveau triangle, et ainsi de suite jusqu'à une station finale dont la latitude est, comme celle du point de départ, déterminée par les méthodes astronomiques. Dans un pays plat tel que la Hollande, il est possible de conserver aux triangles des dimensions modérées, de façon qu'ils puissent être traités comme rectilignes. On garde aussi la faculté d'orienter la chaîne des triangles sur le méridien de façon qu'un même astre passe simultanément au méridien des stations extrêmes.

Il est facile aujourd'hui d'apercevoir des points faibles dans les opérations de Snellius. La base effectivement mesurée *ab* est trop petite (631 toises). Il y a des angles trop aigus dans les triangles, et peut-être, de l'aveu de l'auteur, des erreurs dans l'identification à distance des points employés comme stations. La valeur annoncée pour le degré de latitude (55 100 toises) est notablement trop petite. Snellius mourut sans avoir pu revoir ses calculs. Faits avec plus de soin, ils auraient donné, d'après Musschenbroeck, 57 033 toises, chiffre assez rapproché de la vérité.

Une opération analogue faite quelques années après par le P. Riccioli, en Italie, est à tous les points de vue plus défectueuse. La base mesurée n'a que 1 094 pas. Plusieurs angles sont fort aigus et sont conclus par le calcul, au lieu d'être observés. Aux résultats de la triangulation, Riccioli propose à tort de substituer, soit la mesure de la dépres-

sion de l'horizon en un lieu d'altitude connue, soit la mesure des hauteurs apparentes mutuelles de deux points d'altitude connue.

Ces deux méthodes sont sans valeur pratique à cause de la petitesse des angles qui interviennent et de l'incertitude des réfractions terrestres. Riccioli se flatte d'éliminer ces causes d'erreur en observant vers le Midi, dans des lieux fort élevés, par des jours sereins. C'est une dangereuse illusion. Le chiffre donné (62250 toises au degré) s'écarte plus de la vérité, en sens contraire, que celui de Snellius.

La première triangulation vraiment entourée de garanties est celle de Picard en 1671. La base, mesurée près de Juvisy, avec des règles de bois alignées au cordeau, a 5663 toises. L'arc total s'étend de Malvoisine, au sud de Paris, à Sourdon, près d'Amiens. Les distances zénithales méridiennes, mesurées avec un quadrant, sont différentielles, c'est-à-dire indépendantes de l'erreur d'index, de la déclinaison de l'étoile et, dans une grande mesure, de l'erreur d'excentricité. Le parallélisme de la lunette au plan du limbe est soigneusement vérifié par une méthode dont Picard est l'inventeur. La méridienne est tracée par la mesure des hauteurs égales d'un même astre, elle est contrôlée par des observations de digression de la Polaire, d'éclipses des satellites de Jupiter ou d'éclipses de Lune. Il y a, en somme, fort peu à reprendre dans les opérations de Picard et les défauts qu'on y relève ne lui sont guère imputables. La construction des instruments est évidemment plus grossière que celle des théodolites modernes. Les signaux naturels sont utilisés par économie; il est ordinairement impossible de placer l'instrument au point même que l'on a visé. D'où nécessité de réductions au centre, toujours pénibles et incertaines.

L'opération de Picard avait été entreprise sous les auspices de l'Académie des sciences récemment fondée. En même temps, des missions scientifiques étaient envoyées

au Sénégal, à la Guyane, aux Antilles. Dans les instructions remises aux observateurs, il leur était recommandé de s'assurer si l'intensité de la pesanteur ne variait pas d'un lieu à l'autre. Richer, qui observait à Cayenne, annonça en 1672 que le pendule à secondes, emporté de Paris, devait être raccourci pour osciller dans le même temps à Cayenne. En d'autres termes, l'intensité de la pesanteur diminue quand on se rapproche de l'équateur.

Personne, assurément, ne songe à placer Picard et Richer, observateurs judicieux et exacts, sur le même rang que Newton. Il nous est permis cependant de constater avec une légitime fierté que les communications de nos compatriotes, faites en 1671 et 1672 à l'Académie des sciences de Paris, ont exercé une influence décisive sur l'éclosion des idées contenues dans le livre immortel des *Principes de la Philosophie naturelle.*

Vers 1660, paraît-il, Newton avait conçu la pensée que la même force qui dévie les projectiles de la ligne droite retient aussi la Lune dans son orbite. Il avait essayé de faire une comparaison numérique, en admettant que cette force, dirigée vers le centre de la Terre, varie en raison inverse du carré de la distance, mais il était parti d'une valeur très inexacte du rayon terrestre. Les résultats étaient discordants. Newton renonça à suivre les conséquences de cette idée. Il reprit son calcul quand il connut le résultat de Picard : cette fois la concordance était parfaite. Newton en fut si ému qu'il ne put lui-même vérifier son travail et dut recourir à l'obligeance d'un ami.

De même, quand il connut le résultat de Richer, Newton fut amené à penser, avant toute mesure, que la Terre ne devait pas être sphérique, mais aplatie vers les pôles. S'il en est ainsi, les points de l'équateur seront plus loin du centre, et, par suite, moins attirés que les pôles.

Il est vrai que, même si l'on suppose la Terre sphérique, la pesanteur doit subir une diminution apparente à l'équateur

du fait de la rotation. Cette diminution, Newton est en mesure de l'évaluer, par le même raisonnement qui l'a conduit à la découverte de l'attraction universelle. Il traite le mouvement diurne comme un mouvement absolu et applique les principes de Galilée : indépendance de l'effet d'une force par rapport au mouvement du point d'application, proportionnalité des forces aux chemins parcourus dans le même temps. Soient R le rayon équatorial, ω l'angle, en unité trigonométrique, dont tourne la Terre en une seconde. Un corps qui demeure en repos relatif à l'équateur se rapproche du centre, à partir de la trajectoire rectiligne qui résulterait de sa vitesse acquise. Cette déviation, en une seconde, a pour valeur approchée $\frac{R\omega^2}{2}$.

Le même corps, libre d'obéir à l'attraction terrestre, tomberait vers le centre, en une seconde, d'une quantité que l'on représente par $\frac{g}{2}$ et que fait connaître l'observation du pendule. La fraction de la pesanteur qui s'emploie à maintenir le corps à la surface, sans le presser, est donc $\varphi = \frac{R\omega^2}{2} : \frac{g}{2} = \frac{R\omega^2}{g}$. Les mesures de Picard et de Richer donnent pour la valeur de ce rapport : $\varphi = \frac{1}{289}$.

Cette diminution apparente de la pesanteur a son maximum à l'équateur et s'évanouit progressivement quand on se rapproche du pôle. Mais du moment que la pesanteur apparente à la surface est variable, il n'y a plus de probabilité pour que cette surface soit exactement sphérique et il faut qu'elle s'aplatisse pour satisfaire aux conditions d'équilibre d'une masse fluide homogène.

On peut tenter de vérifier la plus apparente au moins de ces conditions en prenant comme figure extérieure un ellipsoïde de révolution. Soit CA un rayon équatorial, CB le rayon polaire. Newton prend arbitrairement $\frac{CB}{CA} = \frac{100}{101}$.

L'aplatissement ε est par définition $\frac{1}{101}$. Le rapport des attractions du corps entier sur les points A et B est $\frac{500}{501}$. Deux canaux liquides rectilignes, dirigés suivant CA et CB, exerceront sur le centre des pressions qui seront dans le rapport : $\frac{101}{100} \times \frac{500}{501} = \frac{505}{501}$. Il est nécessaire pour l'équilibre que la force centrifuge rétablisse l'égalité, en réduisant les attractions dirigées dans le plan de l'équateur dans la proportion de $\frac{4}{505}$ ou $\frac{4}{5}\varepsilon$. Réciproquement on peut poser $\varepsilon = \frac{5}{4}\varphi$, et cette proportionnalité doit subsister tant que l'aplatissement reste faible. Or l'expérience a donné $\varepsilon = \frac{1}{289}$. On en déduit $\varepsilon = \frac{1}{230}$. Cette méthode de calcul s'étend aux autres planètes, pourvu qu'on les suppose homogènes, qu'elles aient des satellites et des diamètres apparents mesurables.

Dans les deux premières éditions du livre des *Principes*, Newton dit que l'hypothèse d'une densité croissante vers le centre donnerait un aplatissement plus fort. C'est une erreur, corrigée dans la troisième édition.

Newton ne possède pas les formules d'attraction, aujourd'hui courantes, des ellipsoïdes homogènes. Il y supplée par des tâtonnements et des artifices géométriques. Il arrive ainsi à reconnaître que, de l'équateur au pôle, l'accroissement de la pesanteur apparente est proportionnel au carré du sinus de la latitude. Laplace dit que ce résultat est donné sans démonstration. En réalité, la preuve est ébauchée et les développements que Newton fonde sur cette loi montrent qu'il l'envisageait autrement que comme une simple conjecture.

On parvient ainsi à représenter assez bien les observations pendulaires des savants français, faites à Paris, Gorée et Cayenne. Il semble cependant que la décroissance de la

pesanteur vers l'équateur soit plus prononcée que la formule ne l'indique. Cet écart fait présumer ou une densité croissante vers le centre ou un aplatissement plus fort. Nous savons aujourd'hui que c'est la première hypothèse qui est la vraie. Notons encore au passage cette opinion hardie que l'aplatissement pourra être mieux déterminé par les observations du pendule que par les mesures d'arc de méridien.

Pour apprécier le très haut mérite de l'œuvre de Newton, il faut, par un coup d'œil jeté sur la littérature scientifique du temps, se rendre compte combien le champ parcouru par lui était alors inexploré; combien les idées qu'il a défendues ont eu de peine à s'imposer aux plus distingués de ses contemporains, comme Huyghens ou Bernoulli. Entre ces fertiles et brillants esprits, Newton apparaît comme le moins asservi à ses propres conceptions, comme le plus prompt à se soumettre à la décision des faits. Il ne s'est pas perdu en doutes stériles sur la réalité des forces, en discussions métaphysiques sur le caractère relatif de tout mouvement observé. Il a été de l'avant sur des hypothèses qu'il savait inexactes, mais qui renfermaient un appel implicite à l'expérience. C'est en interrogeant la Nature avec une docilité constante que Newton a obtenu la plus riche moisson qu'il ait jamais été donné à un homme de science de recueillir.

P. PUISEUX,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

Mémorandum astronomique.

DÉCEMBRE 1904.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Le Dragon, la Petite Ourse, Persée, le Bélier et la Baleine.

De l'Est à l'Ouest : Le Petit Chien, les Gémeaux, le Cocher, Persée, Andromède et Pégase.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : La Grande Ourse, le Petit Lion, le Lynx, Persée, les Poissons et la Baleine.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : Orion, le Taureau, Persée, Cassiopée, Céphée et le Cygne.

OBJETS CÉLESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er DÉCEMBRE, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Etoile rouge de Cassiopée	1h47m	20°22'	Beau rouge.
γ d'Andromède. . . .	1.56	48.11	Or marin.
Amas de Persée . . .	2.11	33.22	Visible à l'œil nu; quelques étoiles rouges.
Nébuleuse de la Baleine.	2.21	91.39	Ronde; blanc-bleu; 80" diam.
Id.	2.37	90.28	Ronde, faible.
Amas de Persée . . .	3. 7	43.13	Étoiles brillantes alignées.
Id.	3 25	38.58	Non dense.
Nébuleuse d'Éridan . .	3.35	108.58	Pâle, mais distincte; 60" diam.
Étoile rouge.	3 39	34 50	Rouge-orange.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	6h45m	7h25m	11h31m36s3	15h39m	16h19m	17°25'
5	6 49	7.30	11.33.11,2	15.37	16.18	16.50
10	6.55	7.36	11.35.22,3	15.35	16.16	16.17
15	7. 0	7.41	11.37.43,4	15.36	16.17	15.56
20	7. 2	7.44	11.40.10,5	15.37	16.18	15.46
25	7. 5	7.47	11.42.39,7	15.40	16 21	15.48
31	7. 6	7.48	11.45.36,1	15.44	16.26	16. 5

Le *temps sidéral* à midi moyen est, à Uccle, le 1er décembre, de 16h39m36s1. Son accroissement diurne est de 3m55s5.

Éphémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	+16°2	+ 0°5	101°6	11	+12°0	− 0°7	329°9	21	+ 7°4	− 2°0	198°1
2	+15.8	+ 0.4	88.4	12	+11.6	− 0.9	316.7	22	+ 7.0	− 2.1	184.9
3	+15.4	+ 0.3	75.2	13	+11.1	− 1.0	303.5	23	+ 6 5	− 2.3	171.8
4	+15.0	+ 0.1	62.1	14	+10.7	− 1.1	290.3	24	+ 6.0	− 2.4	158.6
5	+14.6	+ 0.0	48.9	15	+10.2	− 1.2	277.1	25	+ 5.5	− 2.5	145.4
6	+14.2	− 0.1	35.7	16	+ 9.8	− 1.4	264.0	26	+ 5.0	− 2.6	132.2
7	+13.8	− 0.2	22.6	17	+ 9.3	− 1.5	250.8	27	+ 4.5	− 2.7	119.1
8	+13.3	− 0.4	9.4	18	+ 8.8	− 1.6	237.6	28	+ 4.1	− 2.9	105.9
9	+12.9	− 0.5	356.2	19	+ 8.4	− 1.8	224.5	29	+ 3.6	− 3.0	92.8
10	+12.5	− 0.6	343.0	20	+ 7.9	− 1.9	211.3	30	+ 3.1	− 3.1	79.6
								31	+ 2.6	− 3.2	66.4

La Lune.

N. L. ● le 7, à 3h46m.
P. Q. ☽ le 14, à 22h 7m.

P. L. ○ le 22, à 18h 1m.
D. Q. ☾ le 29, à 15h46m.

Occultations d'étoiles par la Lune.

20	décembre,	γ du Taureau	(3.9 gr.),	immersion à	18h 4m,	émersion à	19h 7m.
20-21	—	θ1 du Taureau	(3.9 gr.),	—	23h37m,	—	0h 0m.
21	—	B. A. C. 1391	(4.9 gr.),	—	0h27m,	—	1h35m.
21	—	α du Taureau	(1.1 gr.),	—	3h22m,	—	4h13m.
26	—	A du Lion	(4.6 gr.),	—	20h57m,	—	21h17m.

Longitude du terminateur de la Lune a minuit, pour chaque jour de décembre 1904.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	— 22°5 *s*	11	+ 35°9 *m*	21	— 85°7 *m*
2	34.6	12	23.8	22	+ 82.2 *s*
3	46.8	13	+ 11.6	23	70.0
4	59.0	14	— 0.6	24	57.9
5	71.1	15	12.7	25	45.7
6	— 83.3 *s*	16	24.9	26	33.5
7	+ 84.6 *m*	17	37.0	27	21.4
8	72.4	18	49.2	28	+ 9.2
9	60.2	19	61.3	29	— 2.9
10	+ 48.1	20	— 73.5	30	15.1
				31	— 27.2 *s*

Éclipses des satellites de Jupiter.

Le 1er décembre,	satellite	II,	réapparition	à	$18^h28^m20^s$
— 5	—	III,	disparition	à	16.21.24
— 5	—	III,	réapparition	à	18. 0.47
— 5	—	I,	—	à	23.55.34
— 7	—	I,	—	à	18.24.33
— 8	—	II,	—	à	21. 4.41
— 12	—	III,	disparition	à	20.24.20
— 12	—	III,	réapparition	à	22. 2.20
— 14	—	I,	—	à	20.20.19
— 15	—	II,	—	à	23.41.11
— 20	—	III,	disparition	à	0.27. 0
— 21	—	I,	réapparition	à	22.16. 7
— 22	—	II,	disparition	à	23.53.28
— 23	—	I,	réapparition	à	16.45. 2
— 29	—	I,	—	à	0.11.55
— 30	—	I,	—	à	18.40.50

Les Planètes.

Planètes.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	17^h40^m	— 25°42'	5"4	1.26	$9^h\ 3^m$	16^h23^m
	11	18.41	— 25.15	6.2	1.09	9.21	16.47
	21	19.14	— 22.51	8.0	0.83	8.59	16.57
Vénus .	1	19. 9	— 24.33	13.8	1.22	10.24	18. 0
	11	20. 1	— 22.41	14.6	1.16	10.25	18.25
	21	20.51	— 19.47	15.4	1.09	10.16	18.54
Mars.	1	12.26	— 1. 8	5.0	1.88	1.32	13.28
	11	12.47	— 3.20	5.2	1.79	1.24	12.58
	21	13. 8	+ 5.26	5.6	1.69	1.15	12.29
Jupiter .	1	1.18	+ 6.43	4.30	4.25	13.43	3. 1
	11	1.17	+ 6.38	41.6	4.38	13. 3	2.19
	21	1.17	+ 6.42	40.2	4.52	12.24	1.40
Saturne.	1	21.15	— 17.10	15.0	10.20	11.42	20.52
	11	21.18	— 16.56	14.8	10.36	11. 5	20.17
	21	21.21	— 16.40	14.6	10.49	10.27	19.43
Uranus .	1	17.55	— 23.39	3.8	20.24	9. 4	16.52
	16	17.59	— 23.39	3.8	20.29	8. 9	15.57
Neptune.	1	6.32	+ 22.13	»	29.04	17.28	9.42
	16	6.31	+ 22.14	»	28.94	16.27	8.41

ASPECT DES PLANÈTES.

Mercure est *étoile du soir*. Le 13, elle atteint sa plus grande élongation orientale Le 3, elle sera à 2°9′ au sud d'Uranus, et le 8, à 6°56′ au sud de la Lune. Le 22, elle atteindra son nœud descendant, et le 27, elle sera à son périhélie. Le 31, elle sera en conjonction inférieure avec le Soleil et deviendra *étoile du matin*.

Vénus est *étoile du soir*. Elle sera, le 9, à 5°49′ au sud de la Lune, et le 27, à 0°48′ au sud de Saturne.

Mars se lève vers 1 heure du matin. Le 1er, elle sera à 0°22′, et le 30 à 1°45′ au sud de la Lune.

Jupiter se couche vers 2 heures du matin. Le 16, elle sera à 1°47′ au nord de la Lune.

Saturne se couche vers 11 heures du soir. Le 11, elle sera à 3°28′ au sud de la Lune.

Uranus est, le 21, en conjonction avec le Soleil.

Neptune est toute la nuit sur notre horizon. Le 28, elle sera en opposition avec le Soleil.

LES ÉTOILES FILANTES.

L'averse principale est celle des *Géminides*, dont le radiant est situé par AR = 7^h8^m, $\delta = 33°$ (max. : déc. 10-11). Les *Taurides* II (AR = 5^h20^m, $\delta = 23°$, max. : déc. 6) sont également remarquables. Les dates à bolides sont : les 2, 8, 11, 14, 19, 21 et 27.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Déc. 1-10.	AR = 2^h52^m, $\delta = 22°$.	Très lents, faibles.	Déc. 23-27.	Près de) Grande Ourse.	—
Déc. 1-12.	AR = 4^h, $\delta = 20°$.	Lents, brillants.	Déc. 10-11.	AR = 9^h32^m, $\delta = 39°$.	Rapides, à traînées.
Déc. 30-31.	AR = 4^h, $\delta = 49°$.	Id.	Déc. 7-10.	AR = 9^h40^m, $\delta = 7°$.	Id.
Déc. 4-12.	AR = 6^h48^m, $\delta = 73°$.	Rapides, courts.	Déc. 1-16.	AR = 10^h32^m, $\delta = 72°$.	—
Déc. 1-12.	AR = 8^h20^m, $\delta = 41°$.	Plutôt rapides.	Déc. 4-9.	AR = 10^h44^m, $\delta = 58°$.	Très lents, à traînées.
Décembre.	AR = 9^h28^m, $\delta = 27°$.	Id.	Déc.-janv.	AR = 13^h24^m, $\delta = 57°$.	Lents.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 18 : MAI 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
1	5·15 à 5·55. États d'Oaxaca, Puebla, Vera-Cruz et Mexico. Important tremblement.
2	Vers minuit 30^m. Strasbourg, Colmar et environs, haute Alsace. Forte secousse.
	6·30·33. Rilski Monastir (IV), 5^s, avec bruit. Tscham-Koria (III).

Dates.	Heures.
3	10·1/2. Lampédouse.
4	2·1/4. Lampédouse. Assez forte.
5	5 26·54 Sofia. Deux secousses.
6	10·21·47. Tscham-Koria (V), avec bruit; Sofia (II).
8	10·1/2. Modène. Légère.
	19·37. Rilski-Monastir (VI), avec bruit, et dans tout le SW. de la Bulgarie.
9	3·1/2. Sciacca. Forte.
	20·16·59. Sofia (II).
	22·5. Rilski-Monastir (V); Tscham-Koria (III).
10	5·1/2. Bronte (Catania) Secousse sensible.
	8·41·36. Sofia (I-II); Tscham-Koria et Rilski-Monastir (II); Tschepelare (V).
	Vers 11· (temps de Greenwich). En Roumanie (II) : Gaiseanca (Tecuci) et Berlad (Tutova).
11	Dans la vallée d'Ossau.
	6·1/4. San-Sepolcro (Arezzo). Légère.
	10·16. Tscham-Koria (III).
12	8·4. Rilski-Monastir (IV) et tout le SW. de la Bulgarie.
	9·53 et 10·21. Rilski-Monastir (III).
	19·13·58. Sofia (III); Rilski-Monastir (IV); Tscham-Koria (V), avec bruit.
13	Éruption à l'ouest du Karunga-Tsha-Gongo (nord du Kivu), Congo (voir *Ciel et Terre* du 16 septembre).
	3·53·8. Sofia (II); Tscham-Koria (V).
14	Fleurus (voir *Ciel et Terre* du 1er juin).
	3·59·54. Sofia (II-III); Rilski-Monastir (IV-V), avec bruit; tout le S. et le SW. de la Bulgarie.
	8·5. Scanzano (Avezzano). Secousse sensible. Quelques autres plus faibles les jours précédents et suivants.
15	13·3 et 20·41. Rilski-Monastir. Bruits sans secousses.
	22·25 à 32. Tapachula (Chiapas), fort choc; Tapanatepeque (Oaxaca); oscillatoires et précédés de bruit.
18	12·25 et 17·30. Rilski-Monastir et Tscham-Koria (III); Boboschévo, faibles secousses.
	17·38. Sellano (Spoleto). Forte secousse.
19	12·25 et 22·14. Petrohan (II), verticales.
	15·46. Urbino. Secousse sensible.
21	18·1/4 environ. Teana (Potenza). Secousse sensible.

Dates.	Heures.
22	3·48 (temps de Greenwich). En Roumanie, entre les districts Ilfov et Tutova (III-IV). Bucharest (III).
23	16·28. Rilski-Monastir. Très faible à Sofia.
	21·55 à 22·4. Saintes. Secousse ayant produit de l'émoi et cassé des carreaux. Avec bruit à Saint-Jean d'Angély.
24	17·5. Tscham-Koria, Rilski-Monastir et Boboschévo (III).
25	6·40. (État de Guerrero.) Trépidatoire. Forte à San Geronimo et légère à Aguas Blancas.
	13·45. Teposcolula (Oaxaca). Bruits sismiques.
26	9·52. Rilski-Monastir (II).
	10·50·10. Sofia (II); Tscham-Koria (III); Rilski-Monastir (IV).
27	21·18. Obratsof-Tschiflik (près de Roustchouk). Faible secousse.
30	10·1/4. Rieti.
31	Fleurus.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

LE TEMPS EN AVRIL-OCTOBRE 1904. — L'année qui s'achève a, durant toute la période où l'on aime particulièrement à jouir du beau temps, c'est-à-dire au printemps, en été et en automne, été fort agréable. C'est surtout au peu de fréquence des précipitations qu'il faut attribuer l'impression que tous nous conserverons de cette année exceptionnelle. Car, sous notre climat si pluvieux, nous ne sommes pas trop difficiles quant à l'aspect du ciel, pourvu que les nuages ne versent pas d'eau. Quelques rayons de Soleil par intervalles nous suffisent, si la pluie ne vient pas, à d'autres moments, contrarier la satisfaction qu'ils nous donnent. C'est ainsi, qu'à part juillet et août, qui ont été très ensoleillés, les autres mois n'ont fourni qu'un nombre d'heures d'insolation inférieur au nombre normal. Mais tous les mois, par contre, ont présenté un déficit dans la quantité de pluie, et chacun d'eux a été marqué par des séries plus ou moins longues de jours secs.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les principales caractéristiques météorologiques de la période avril-octobre 1904.

MOIS.	TEMPÉRATURE. Moyenne.	TEMPÉRATURE. Différence avec la normale.	Nombre de jours avec maximum de 20° ou plus.	Nombre de jours avec maximum de 25° ou plus.	Nombre de jours avec maximum de 30° ou plus.	HEURES DE SOLEIL. Total.	HEURES DE SOLEIL. Différence avec la normale.	EAU TOMBÉE. Total.	EAU TOMBÉE. Différence avec la normale.	Jours de tonnerre.
Avril	10°5	+ 1°5	3	2	0	162	— 25	mm 15	mm — 31	1
Mai	13,5	+ 0,9	12	5	1	183	— 44	41	— 15	3
Juin	15,6	— 0,5	20	6	0	215	— 5	40	— 25	4
Juillet	19,9	+ 2,3	31	23	7	309	+ 89	50	— 23	5
Août	17,9	+ 0,6	28	10	2	275	+ 55	50	— 24	3
Septembre	13,4	— 1,2	7	0	0	161	— 16	60	— 5	1
Octobre	10,4	+ 0,1	0	0	0	114	— 3	38	— 33	1
RÉSUMÉ	14°5	+ 0°5	101	46	10	1419	+ 51	mm 294	mm —156	18

Tous les mois, sauf juillet qui a été très chaud, ont eu une température modérée, n'offrant pas d'écarts trop accentués. Avril a été aussi doux qu'octobre, et mai a eu la même chaleur que septembre. La moyenne thermique habituelle de juin a été légèrement atténuée cette fois, et août a été un peu plus chaud que de coutume. Juillet nous a gratifiés de plusieurs journées à température excessive, mais relativement supportable par suite de la faible humidité de l'air.

La sécheresse a été le facteur dominant et persistant de toute la période. Le pluviomètre n'a reçu que les deux tiers de l'eau qu'il recueille normalement d'avril à octobre, et la plus grande partie de ces deux tiers a été fournie par huit journées orageuses, qui à elles seules ont donné 127 millimètres, ou 43 p. c. du total.

La fréquence des phénomènes orageux a été normale, mais ces phénomènes n'ont pas été bien intenses.

Nos Revues climatologiques précédentes ont fait connaître toutes les particularités de la situation atmosphérique pendant les mois d'avril à septembre. Pour octobre, les quelques faits ci-après sont à signaler dès maintenant :

Les huit premiers jours du mois ont été assez pluvieux (33^{mm}), puis la sécheresse si caractéristique des mois antérieurs a repris, et du 9 au 31 on n'a mesuré que 5^{mm}, pour quatre jours de pluie. Pendant cette période, du 18 au 25, la température a été remarquable : elle s'est élevée en moyenne à 13°9, alors que la valeur normale n'est que de 9°5. La moyenne des maxima a atteint 17°1 (normale = 13°1) et celle des minima 10°8 (normale = 6°1). Le 19, le thermomètre est monté à 19°3. Le 15, il était descendu à 0°0, point le plus bas où il est parvenu au cours du mois.

A. LANCASTER.

— VITESSE DES PARTICULES COMPOSANT LA QUEUE DES COMÈTES. — Lors du passage de la comète Borelly dans le milieu de l'année dernière, de nombreuses photographies de cet astre ont pu être prises. Sur beaucoup de clichés, comme d'ailleurs à la lunette, on remarqua, le 24 juillet, que la queue était brisée. Le même jour, M. Barnard, de l'Observatoire Yerkes (États-Unis), fit deux photographies de la comète, l'une vers 16 heures, l'autre vers 19 heures. Sur la première plaque, la queue est brisée au quart de la distance de l'extrémité de la tête à l'extrémité de la queue; sur la deuxième plaque, la division semble s'être déplacée avec une vitesse considérable dans la direction générale de la queue. Les calculs et les mesures de M. Barnard ont montré que la vitesse moyenne de la séparation était de 46 $^1/_2$ kilomètres par seconde; au même instant la comète s'approchait du Soleil avec une vitesse de 35 kilomètres par seconde. La différence, 11 $^1/_2$ kilomètres, représenterait donc la vitesse vraie des particules de la queue.

A quelle cause convient-il d'attribuer le rapide changement physique survenu dans la queue de la comète? Il pourrait y avoir eu, pendant un court espace de temps, un arrêt dans l'émission des particules de la queue; ou bien la force répulsive provenant du Soleil a pu changer de direction pendant un instant, ou bien encore la comète aurait traversé un essaim de météorites.

L'année des nuages.

Elle est assez lointaine déjà l'époque où certains météorologistes reconnurent que l'étude du mécanisme des grands phénomènes atmosphériques : cyclones, anticyclones, circulation atmosphérique générale, doit s'appuyer sur l'observation et en quelque sorte sur l'analyse des vents supérieurs. La solution de ces problèmes gît, en effet, dans la connaissance des vents qui soufflent aux divers niveaux de l'atmosphère. Le mode de superposition des vents, ou en d'autres termes la coupe des vents, peut nous être indiquée par la marche des nuages participant au mouvement des couches au sein desquelles ils flottent, et qui, de plus, revêtent aux différentes altitudes des formes assez particulières. Toutefois, la connaissance du déplacement des masses aériennes seule ne peut nous renseigner qu'imparfaitement sur la nature intime des phénomènes dynamiques de l'atmosphère, si on ignore à quelle altitude se trouvent les nuages qui rendent ce déplacement tangible. La nécessité de mesurer la hauteur des nuages est donc évidente, et s'impose.

La détermination de cet élément n'a cependant été entreprise qu'en ces dernières années. Il n'y a pas lieu, dans cette courte notice, d'exposer les méthodes usitées pour ces mesures. Qu'il nous suffise de dire que les procédés les plus exacts sont la méthode trigonométrique directe et la méthode photogrammétrique. Les personnes que cette question intéresse pourront consulter les travaux renseignés ci-dessous (1).

Outre l'observation de leurs mouvements et de leur

---

(1) N. Ekholm, *Methoden der Wolkenmessung* (*Meteor. Zeitschr.*, 1888, p. 125); H. Hildebrandsson et Hagström, *Des principales méthodes employées pour observer et mesurer les nuages*. Upsal, 1893. — En outre, les publications citées à la fin de cet article contiennent toutes un exposé détaillé de la méthode qui a servi à obtenir les mesures dont elles font mention.

hauteur, les nuages peuvent encore fournir d'autres sujets d'étude très intéressants, par exemple : la recherche des causes qui interviennent dans leur formation, l'étude de leurs formes, de leur structure, de leurs transformations ou, en d'autres termes, la physiologie et la morphologie de ces météores.

Quatre météorologistes se partagent le mérite d'avoir été les initiateurs de l'application des observations de direction des nuages à l'étude des vents supérieurs. Ce sont : Clement Ley, A. Poëy, Ralph Abercromby et Hildebrand Hildebrandsson.

Dès 1873, Hildebrandsson créait en Suède un réseau de stations chargées spécialement de noter la direction des nuages les plus élevés, les cirrus. La discussion des observations ainsi recueillies fournit à leur promoteur la matière de différents travaux, dont la conclusion fondamentale peut se résumer ainsi : « L'air qui se meut à la surface terrestre en spirales logarithmiques vers le centre d'une dépression monte en haut. A une hauteur de 2 à 3 kilomètres, celle des nuages inférieurs, il est doué d'un mouvement presque circulaire autour de l'axe du tourbillon. Enfin, parvenu à une hauteur considérable, dans la région des cirrus, il s'éloigne du centre, surtout dans la partie antérieure. Dans les régions des maxima barométriques, les courants supérieurs convergent vers le centre de ces aires de surpression et descendent vers la surface terrestre, où ils sortent du centre en mouvement centrifuge. »

La première partie de cette conclusion avait déjà été formulée deux ans auparavant (1874) par Clement Ley.

Voulant poursuivre ces recherches et leur donner un plus grand développement, Hildebrandsson prit, en 1874, la résolution d'inviter tous les météorologistes à participer à l'observation systématique des nuages. Quatre années plus tard, il répéta son appel dans une lettre adressée au Comité permanent de météorologie. Le Congrès de météorologie

réuni à Rome en 1879 accueillit favorablement la lettre du professeur suédois, mais pour l'instant tout se borna à une approbation purement platonique, et plusieurs années s'écoulèrent sans qu'on fît un pas marqué vers l'entente internationale, indispensable à la bonne réussite de ce genre d'observations.

Les obstacles qui s'opposaient à la réalisation du projet provenaient, d'une part, de l'indifférence manifestée à son égard par un trop grand nombre d'instituts météorologiques et, d'autre part, de ce qu'on n'était pas d'accord sur la classification et la nomenclature des formes de nuages. Un premier progrès dans cette voie fut réalisé par Hildebrandsson quand il publia, en 1890, son *Atlas des nuages*, avec la collaboration de W. Köppen et de G. Neumayer, de la Deutsche Seewarte. En effet, en 1891, le Comité météorologique international adopta provisoirement la classification suivie par ces auteurs, et proposée dès 1887 par R. Abercromby et H. Hildebrandsson (1). Il désigna aussi une commission chargée de préparer un atlas des nuages international et définitif. On se mit ensuite assez résolument à l'œuvre pour acquérir des reproductions de formes de nuages-types soit par la photographie, soit par la peinture. Le comité de l'atlas tint, en 1894, une réunion à Upsal, au cours de laquelle, après avoir examiné au delà de trois cents figures de nuages obtenues dans les différentes parties du monde, il choisit celles qui devaient être insérées dans l'Atlas international, qui vit le jour en 1896. A la même réunion de 1894, le Comité élabora le plan de ce qu'on est convenu d'appeler « l'année des nuages », c'est-à-dire qu'il convia les instituts météorologiques à entreprendre une série d'observations sur les nuages pendant la période s'étendant du 1er mai 1896 au 1er mai 1897.

---

(1) Voir à ce sujet : J. VINCENT, *Notes bibliographiques sur les nuages* (Classification et Nomenclature), dans l'ANNUAIRE MÉTÉOROLOGIQUE DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE pour 1903.

Le plan des observations à faire, la manière de les classer et de les publier, etc., furent réglées en même temps. Les données auxquelles on attachait le plus d'importance étaient celles de la hauteur et de la direction. Avec le secours de l'atlas, ce travail devenait théoriquement réalisable. Cependant, si on prend comme criterium le nombre de publications qui y ont été consacrées jusqu'ici, on ne peut s'empêcher de constater qu'on n'a pas mis partout le même empressement à répondre à l'appel du Comité. La participation de beaucoup d'instituts a été nulle ou du moins incomplète.

Dans le présent article, nous nous sommes proposé de communiquer aux lecteurs de *Ciel et Terre* un aperçu des principaux faits acquis par ces observations internationales. Jusqu'à ce jour, cinq pays ayant rempli complètement le programme tracé par le comité ont fait paraître leurs constatations. Ce sont les États-Unis (Observatoire du Blue-Hill et Weather Bureau), la Suède, l'Allemagne, la Norvège et les îles Philippines.

Les documents actuellement publiés comprennent d'abord ceux fournis en réponse aux *desiderata* exprimés par le Comité dans son formulaire. A ces indications, en quelque sorte réglementaires, s'ajoutent celles non prévues par le Comité. Le formulaire ne nous semble pas à l'abri de toute critique; à notre avis, ses auteurs ont eu peut-être trop en vue l'établissement de valeurs moyennes.

Cette réserve faite, examinons pays par pays les résultats obtenus.

SUÈDE.

A l'Observatoire météorologique d'Upsal, la hauteur des nuages a été prise au moyen de théodolites-photogrammètres. La base employée avait une longueur de 923 mètres. Les observations, au nombre de 2 982, sont en partie photogrammétriques et en partie directes, c'est-à-dire

effectuées sans l'emploi de la chambre noire du photothéodolite. Le mouvement des nuages a, en outre, été observé en cinq stations auxiliaires.

Les faits principaux constatés sont les suivants : si on en excepte l'*A.-S.*, les *A.-Cu.*, les *S.-Cu.* et les *Cu.-Ni.* (1), la hauteur des nuages est plus considérable en été qu'en hiver. Elle obéit ainsi à une variation annuelle avec maximum aux mois de juin et juillet et minimum en hiver. L'existence de cette périodicité n'est toutefois pas bien établie pour les *Ci.-Cu.*, les *A.-Cu.*, ni pour les *Cu.-Ni.* Eu égard au nombre trop restreint d'observations, il n'a pas été possible de constater positivement si elle subit une variation diurne. Il semble cependant probable que celle des *Ci.* passe par un maximum vers midi, tandis que chez les formes moyennes (*A.-S.*, *Ci.-Cu.* et *A.-Cu.*), elle atteint alors un minimum. La hauteur des formes inférieures augmente au contraire pendant toute la journée. Les formes supérieures se déplacent plus rapidement que les inférieures. Le mouvement de tous les nuages est en outre plus accéléré l'hiver que l'été.

Les *S.*, *Ni.* et *Cu.* s'élèvent quand la température monte, fait qui n'a pas été constaté pour les *S.-Cu.*, *A.-S.*, *A.-Cu.* et *Ci.-Cu.*

En été la hauteur de toutes les formes, le *Ci.-S.*, l'*A.-S.* et les *Cu.-Ni.* exceptés, a été trouvée moindre par pressions basses (inférieures à 760^{mm}). L'augmentation de la pression et de l'altitude de tous les nuages marche de pair. Ce parallélisme continue pendant une partie de la durée de la hausse barométrique, mais cesse ensuite. En effet, la hauteur des nuages devient moindre quand la pression dépasse une certaine limite optimale. L'altitude maximale des *Ci.* coïncide toutefois avec des pressions barométriques plus

(1) Abréviations : *Ci.*, cirrus ; *Cu.*, cumulus ; *Ni.*, nimbus ; *S.*, stratus ; *Ci.-S.*, cirro-stratus ; *Ci.-Cu.*, cirro-cumulus ; *Cu.-Ni.*, cumulo-nimbus ; *S.-Cu.*, strato-cumulus ; *A.-S.*, alto-stratus ; *A.-Cu.*, alto-cumulus.

élevées que pour les autres nuages. Ces résultats ne s'appliquent qu'à l'été, car le nombre de mesures faites en hiver est trop faible.

Il ne semble pas exister de relation entre la hauteur des nuages et la direction du gradient. On est convenu de désisigner sous le terme : « direction du gradient », celle vers laquelle la pression décroît le plus vite par rapport à la station d'observation. Ainsi, gradient sud signifie que la station est au nord d'un minimum barométrique, etc.

On a trouvé pour les nuages les plus élevés, en hiver surtout, une prépondérance marquée des directions à composante W. Au niveau de ces nuages, le nombre de vents ayant cette composante dépasse de beaucoup celui des vents à composante E. En général, les courants supérieurs sont déviés à droite par rapport au vent soufflant à terre.

Certains nuages se forment le plus souvent à des niveaux assez constants. Tels les fracto-*Cu.*, qui en été se rencontrent, dans la majorité des cas, entre 1 600 et 2 000 mètres. Ce niveau baisse considérablement en hiver et oscille alors, pour toutes les formes inférieures, entre 400 et 1 600 mètres.

Voici pour « l'année » les valeurs extrêmes des hauteurs de chaque espèce de nuage :

Ci.	Ci.-S.	Ci.-Cu.	A.-S.	A.-Cu. Supérieurs.	A.-Cu. Inférieurs.	S.-Cu.	Ni.	Cu.	Fr.-Cu.	Cu.-Ni. Sommet.	S.
11345	9949	10626	6624	8853	3986	4392	2540	3676	3384	9018	546
3613	2924	2458	1466	4010	1278	470	232	783	414	2275	469

Faisons remarquer que nous ignorons sur quoi se trouve basée la distinction entre les *A.-Cu.* supérieurs et les *A.-Cu.* inférieurs.

NORVÈGE.

Les observations faites à Bossekop par MM. Foiju et Sorensen, assistants à l'Institut météorologique de Norvège, ont commencé le 29 mai 1896 pour cesser, eu égard à la situation septentrionale de la station, le 24 septembre de la

même année. Bossekop est, en effet, le point le plus boréal (69°57' 1/2 lat. N., 23°15' E. Greenwich) où des observations ont été faites pendant « l'année des nuages ». En juin et juillet, les opérations ont été entravées par une invasion considérable de moustiques, contre les piqûres desquels les observateurs ne pouvaient se garantir qu'avec peine. Pour la détermination des hauteurs, il a été fait usage de théodolites simples disposés aux extrémités d'une base de 1 179 mètres. Quatre stations auxiliaires ont noté la direction et la vitesse des nuages.

Cette période d'observations est évidemment trop courte pour conduire à des résultats positifs; aussi Foijn s'est-il borné à publier ses constatations *in extenso*, et à les disposer en tableaux conformément aux décisions du Comité. Les observateurs déclarent aussi avoir rencontré des difficultés dans l'identification de certains nuages, tels les *Cu.-Ni.*, *S.-Cu.*, *A.-Cu.*

Il a été établi que ce dernier nuage se rencontre généralement à deux niveaux, situés respectivement entre 2 000 et 3 000 mètres et entre 4 000 et 5 000 mètres.

Vu le faible nombre d'observations, on ne peut citer d'autre conclusion bien certaine. Voici les extrêmes de hauteur constatés :

Ci.	Ci.-S.	Ci.-Cu.	A.-S.	A.-Cu.	S.-Cu.	Ni.	Cu. Sommet.	Cu. Base.	Cu.-Ni. Sommet.	Cu.-N. Base.	S.
11788	10394	8391	6195	6658	3208	3121	4823	2927	9022	3127	1906
5555	3289	2242	2882	1883	350	200	600	344	1477	834	10

ILES PHILIPPINES.

Des observations complètes ont été faites à l'Observatoire de Manille. Quelques stations secondaires ont aussi observé la direction et la vitesse des nuages. On s'est servi de quatre photothéodolites placés aux extrémités de deux bases, dont l'une avait 245 mètres et l'autre 1 702 mètres. Le total des mesures s'élève à 1 104.

Les altitudes extrêmes observées sont les suivantes :

Ci.	Ci.-S.	Ci.-Cu.	A.-S.	A.-Cu.	S.-Cu.	Ni.	Cu.	Cu.-Ni.	S.
20400	17100	11200	7100	8000	3800	2000	4400	12900	1600
4000	6900	3200	2300	2900	1300	800	500	900	600

En général, les nuages les plus élevés, *Ci.* et *Ci.-S.*, ont leur maximum de vitesse l'après-midi, tandis que pour les formes inférieures le maximum a lieu vers midi.

L'influence de la température sur les variations de hauteur ne se remarque guère que dans les nuages inférieurs, engendrés par le courant ascendant journalier, et dont l'altitude augmente en même temps que la température s'élève. Entre l'altitude et la pression barométrique les rapports sont peu nets.

Les plus grandes vitesses appartiennent aux formes supérieures. Celles-ci ont généralement une vitesse maximale l'après-midi, tandis que les formes inférieures l'ont vers midi.

(*A suivre.*) E. VANDERLINDEN.

La constitution du Soleil.

[Le directeur de la revue américaine *Popular Astronomy* ayant demandé au célèbre astronome C.-A. YOUNG, de Princeton (États-Unis), un aperçu de ses idées actuelles sur la constitution physique du Soleil, a reçu en réponse un article dont nous détachons les passages suivants. On sait que le prof. Young a fait de l'étude de l'astre central de notre système l'objet principal de ses investigations, et qu'il est l'auteur d'un traité sur *Le Soleil* qui fait autorité dans la science astronomique ; cet ouvrage a eu plusieurs éditions et a été traduit en différentes langues.

Le résumé ci-dessous est intéressant à rapprocher de la notice publiée par *Ciel et Terre* sur le même sujet, il y a plus de vingt ans, dans le t. IV de la Revue, p. 169.]

En raison de la faible densité moyenne du Soleil et de l'énorme force d'attraction de cet astre, il semble que, dans sa région centrale et dans sa couronne, les éléments consti-

tutifs doivent être à l'état purement gazeux, à cause de la température régnante extrêmement élevée, bien supérieure au point critique de toutes les vapeurs connues. Mais, si tous les éléments chimiques sont nécessairement à l'état de dissociation, comme nous l'avons supposé précédemment, il ne semble pas qu'on puisse y rencontrer des composés tels que les carbures, par exemple, qui prennent naissance aux plus hautes températures de nos fours électriques.

Sous la pression excessive qui règne dans la masse solaire, les gaz intérieurs sont beaucoup plus denses que l'eau (la densité moyenne du Soleil est 1.25) et probablement assez visqueux pour que le noyau ressemble, en quelque sorte, à un globe de poix pâteuse en certaines régions : la tendance des taches solaires et d'autres perturbations à se reproduire aux mêmes points du disque conduit à justifier cette hypothèse.

La Photosphère ou surface visible du Soleil consiste en une enveloppe de nuages formés par la condensation et par la combinaison de ces vapeurs solaires, suffisamment refroidies par leur radiation dans l'espace. Cette enveloppe forme une sorte de manteau (*Welsbach mantle*) d'un pouvoir rayonnant considérable et fournit le spectre solaire comme une plage continue. Les nuages photosphériques sont naturellement suspendus dans les gaz situés autour du noyau et dans les vapeurs gazeuses, de la même façon que nos nuages flottent dans l'atmosphère terrestre.

A partir de la surface inférieure de cette enveloppe nuageuse, si elle existe réellement, il se forme une précipitation continuelle dans le noyau gazeux inférieur, tandis qu'il se produit, au contraire, une série de vapeurs ascendantes. Il y a donc ainsi une circulation verticale d'une activité et d'une violence extraordinaires, dont l'effet doit être la production d'une pression excessive dans la masse nucléaire, comme celle de l'enveloppe d'une bulle de savon sur l'air renfermé dans son intérieur. Il y a toutefois une

différence marquée : l'enveloppe nuageuse photosphérique n'est pas continue, mais poreuse en quelque sorte, et sillonnée par des courants à travers lesquels circulent les vapeurs et les gaz qui se précipitent dans la région supérieure.

Quant à l'épaisseur de la photosphère, on ne peut la mesurer avec précision : elle doit être probablement de plusieurs milliers de kilomètres.

Je sais que la théorie des nuages de la photosphère n'est pas sans objections, et qu'on parle beaucoup de l'hypothèse proposée par Schmidt, de Stuttgard, suivant laquelle la photosphère est simplement un phénomène optique dû à la réfraction dans l'intérieur et dans l'enveloppe d'un globe complètement gazeux. Mais il me semble plutôt qu'en raison des lois bien connues de la physique, une masse gazeuse libre dans l'espace et formée d'une grande quantité de vapeurs métalliques doit se recouvrir indubitablement d'une enveloppe de nuages.

La Couche renversante (*reversing layer*) et la Chromosphère me semblent des vapeurs non condensées et des gaz qui forment l'atmosphère dans laquelle flottent les nuages de la photosphère, et au-dessus de laquelle ils évoluent. Ce n'est pas à dire, cependant, que le mot atmosphère indique une enveloppe gazeuse identique, au point de vue mécanique, à celle qui entoure notre globe terrestre. Cela ne peut être ni un équilibre statique sous l'action de la gravitation solaire, ni un équilibre thermique, mais bien plutôt une nappe de feu (*a prairie on fire*), suivant l'expression imagée du professeur Langley.

La couche renversante est le mince stratum situé à la base de cette nappe de feu, renfermant toutes les vapeurs qui forment les nuages photosphériques. C'est là surtout, et aussi dans les dépressions situées entre les nuages, que se forment les lignes sombres de Fraunhofer ; au commencement et à la fin des éclipses solaires, le spectre de cette

région apparaît pendant quelques secondes comme une ligne extrêmement brillante (*flash spectrum*), observée pour la première fois par l'auteur en 1870, et largement visible dans les photographies des dernières éclipses depuis 1896.

La chromosphère est la région située au-dessus de la couche renversante; elle se compose de vapeurs et de gaz non liquéfiables dans les circonstances où ils se trouvent. Ce sont principalement l'hydrogène, l'hélium et cette forme de vapeur de calcium qui donne les lignes H et K du spectre. Il y a probablement aussi d'autres gaz non encore reconnus.

Les Protubérances sont simplement des masses de gaz chromosphériques transportées au-dessus du niveau général par des vents et des courants ascendants à travers la photosphère, et flottant pour ainsi dire dans les régions inférieures de l'atmosphère coronale qui repose sur la chromosphère. Parfois, des vapeurs métalliques de magnésium, sodium, silicium, fer, etc., sont projetées à des hauteurs considérables, particulièrement dans les régions qui entourent des taches actives et étendues, mais non dans leur intérieur; et alors les protubérances montrent habituellement des changements rapides dans leurs formes et dans leurs dimensions, avec distorsion et déplacement dans les lignes de leur spectre.

Jusqu'à ces derniers temps, on expliquait ces phénomènes spectraux par des explosions et des mouvements gazeux extrêmement violents dans la direction du rayon visuel. Les récentes études de Julius et de quelques autres astronomes tendent, cependant, à montrer que certaines de ces apparences sont simplement des phénomènes optiques, et tiennent à des réfractions irrégulières de vapeurs métalliques très denses.

L'existence de la Couronne est encore problématique jusqu'à un certain point. Indiscutablement, c'est en partie

une enveloppe formée d'un gaz extrêmement rare et non encore reconnu (1), nommé coronium.

Son spectre est principalement caractérisé par une belle raie brillante, que l'on a longtemps supposée un renversement de la ligne 1474 de la carte de Kirchhoff ($\lambda = 5316$), mais qui a été récemment reconnue comme un peu plus réfrangible et possédant une longueur d'onde égale à 5304. La couronne renferme aussi plusieurs autres lignes révélées par les photographies prises pendant les éclipses, situées dans le violet et l'ultra-violet, et qui sont probablement dues à ce même coronium.

Quant aux Aigrettes qui semblent lumineuses par la lumière solaire qu'elles réfléchissent, et aussi par leur incandescence propre, il ne semble pas qu'elles soient gazeuses d'après leur spectre; elles paraissent plutôt formées de petits corpuscules chassés du Soleil par une force répulsive d'origine électrique, peut-être aussi par la force répulsive de la radiation, comme nous l'avons reconnu tout récemment dans nos laboratoires.

Leur disposition par rapport à la surface solaire est évidemment déterminée par des forces dont l'effet, sinon l'origine, est analogue à celui qui produit les jets ou rayons auroraux dans notre atmosphère; cependant, ces derniers semblent être purement gazeux.

En ce qui concerne les Taches solaires, on ne peut plus affirmer qu'elles sont toujours des dépressions dans la photosphère, depuis qu'il paraît bien acquis, d'après les observations faites à Potsdam et en d'autres lieux, que parfois, près du bord du Soleil, leur force de radiation surpasse celle des régions voisines. Ce fait pourrait être expliqué en supposant que l'absorption de l'atmosphère solaire pour les radiations lumineuses des nuages photo-

(1) Les dernières conquêtes de la science tendent, cependant, à le montrer en quantité infinitésimale dans les gaz de notre atmosphère (N. D. L. R.).

sphériques est beaucoup plus forte que pour les autres radiations non lumineuses et à grande longueur d'onde émises par les taches; mais il semble plutôt que, dans ces cas exceptionnels, les taches se tiennent à une hauteur considérable, comme pour échapper à l'absorption atmosphérique. La couleur sombre des taches est presque certainement due à l'absorption, et, dans une certaine limite du moins, cette absorption s'exerce sur les gaz, et non simplement sur les parties nébuleuses; ce fait est bien indiqué par le renforcement remarquable des lignes sombres du vanadium et de quelques autres substances, aussi bien que par la résolution de la partie verte des spectres des taches en un groupe de lignes sombres enchevêtrées les unes dans les autres.

Quant à l'origine des taches, je ne trouve entièrement satisfaisante aucune des théories proposées jusqu'ici. La distribution des taches sur le disque solaire montre clairement qu'elles obéissent à une loi spéciale qui règle la rotation de ce globe, et ce phénomène s'accorde avec la théorie de Faye; mais les manifestations cycloniques exigées par la théorie ne sont pas faciles à constater ni à expliquer. Une relation étroite semble exister aussi entre la position d'une tache sur la surface solaire et la manière d'être du noyau gazeux, mais visqueux, qui repose sur la photosphère. Cette relation est indiquée par la tendance fréquemment observée des taches à se reproduire plusieurs fois dans les mêmes régions du disque solaire, ou en des parties très voisines.

Bien certainement, il arrive souvent, et c'est peut-être le cas général, qu'un jet puissant de gaz chromosphériques s'élance autour d'une tache; mais il traverse rarement l'ombre elle-même, si toutefois le fait se produit. Certains astronomes pensent qu'une tache est produite par une matière venant des régions supérieures; d'autres croient que c'est une cavité de la photosphère due au relief causé

par des pressions exercées en dessous, et c'est mon opinion; d'autres, enfin, supposent qu'elle provient de quelque autre cause profondément différente; pour ma part, je le répète, je ne connais actuellement aucune hypothèse plausible.

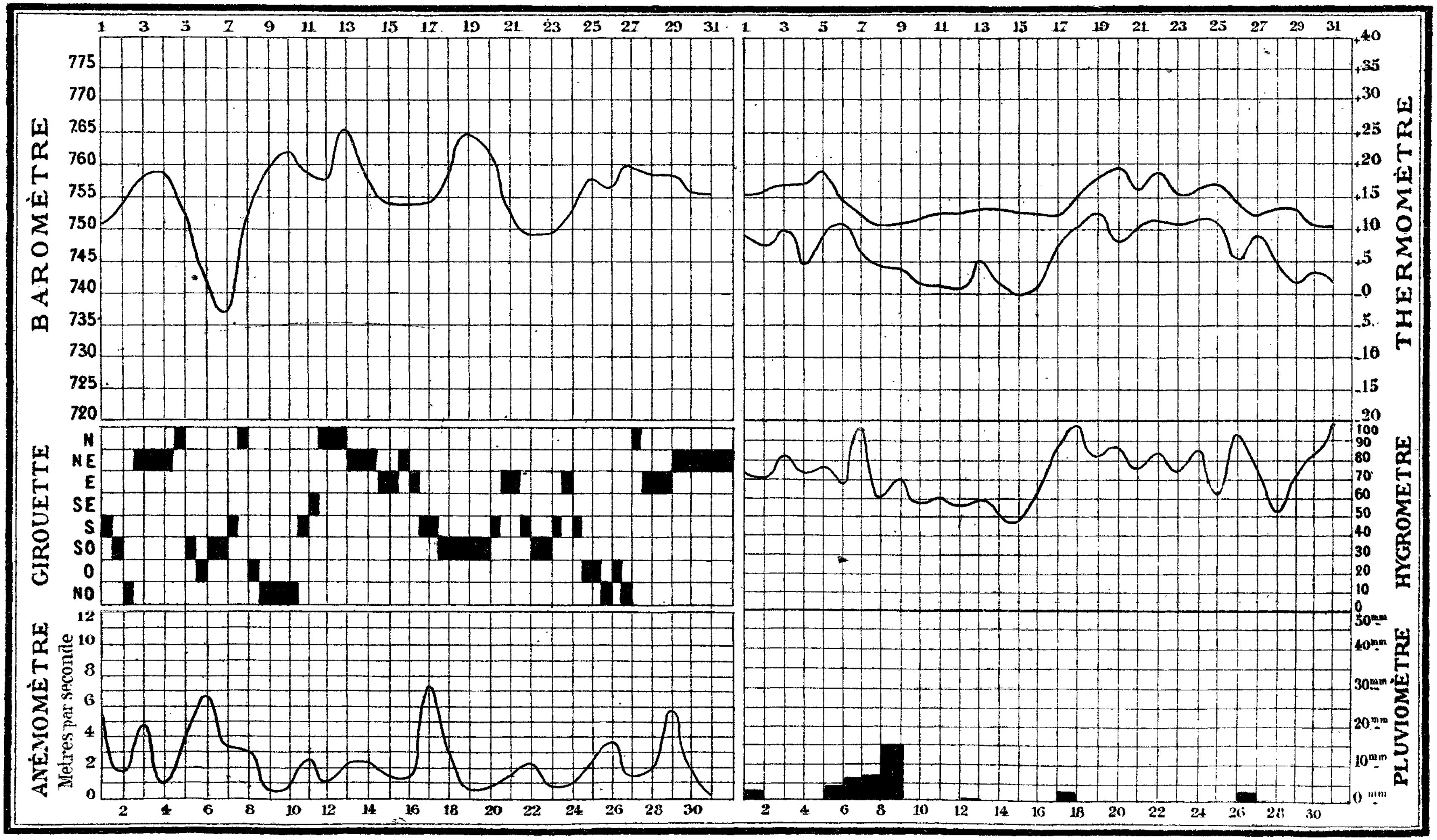
Je ne suis pas encore fixé sur les raisons de la périodicité des taches solaires, ni sur la nature de la relation indiscutable qui existe entre l'activité solaire et les perturbations magnétiques terrestres. J'incline à croire que la périodicité prend son origine dans le Soleil; on ne peut certainement l'attribuer à l'influence des planètes, bien que les actions extérieures à notre système ne puissent être négligées en aucune façon.

Les travaux effectués pendant les vingt-cinq années qui viennent de s'écouler paraissent avoir déterminé la température du Soleil, qui est fort voisine de 6000°C.; mais la valeur de la constante solaire semble encore incertaine. Le chiffre de Langley (3,0 petites calories par centimètre carré et par minute) est peut-être très voisin de la vérité; toutefois, les observations faites à la *Smithsonian Institution* en 1902 et en 1903 semblent exiger une réduction de 25 p. c., l'abaissant ainsi à 2,25.

La question de la constance de la radiation solaire, l'une des plus importantes de l'astronomie physique, n'est pas encore résolue. Nous pouvons, cependant, espérer que les recherches qui se préparent, ainsi que celles qui sont déjà commencées, fixeront bientôt nos idées à ce sujet. La difficulté tient principalement à ses relations avec les caprices désolants de la Météorologie terrestre.

Quant à la persistance de la radiation solaire, il n'y a aucun doute sur l'exactitude de la théorie de la contraction due à Helmholtz, au moins dans certaines limites; mais nous devons cependant avouer quelque incertitude en raison des découvertes récentes du radium et de ses congénères : ces substances nous montrent que de nouvelles et puissantes sources d'énergie peuvent s'ajouter aux forces

OBSERVATIONS D'UCCLE. — — Octobre 1904.



N. B. – La courbe thermometrique superieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inferieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

antérieurement indiquées pour maintenir la chaleur du Soleil.

L'accélération de la région solaire équatoriale me semble avoir trouvé sa raison d'être dans les conclusions formulées à la suite des recherches de Salmon et de Wilsing : ces savants la considèrent comme une persistance, très lente à disparaître, des conditions qui ont présidé avec une très grande énergie, mais pendant un temps très court, à la formation du système solaire. Je sais que, tout récemment, d'autres astronomes, parmi lesquels je citerai Emden, ont essayé de prouver que c'est, au point de vue mathématique, une conséquence nécessaire de la constitution du Soleil; mais je n'en suis pas bien convaincu, à cause de l'incertitude de certaines hypothèses fondamentales.

Telles sont, en résumé, les idées qui me semblent les plus voisines de la vérité.

L'avenir éclaircira plusieurs questions encore obscures aujourd'hui; et, dans les recherches subséquentes pour la découverte des causes véritables des phénomènes solaires, il mettra probablement nos successeurs en présence de nouveaux problèmes, peut-être plus troublants que ceux qui sollicitent nos efforts actuels (1).

C.-A. YOUNG.

Revue climatologique mensuelle.

OCTOBRE 1904.

La température moyenne de l'ensemble d'octobre 1904 est égale à la normale, mais elle comprend une période assez froide compensée par une période très douce. Du 7 au 17, en effet, la moyenne thermique est descendue à 7°8 (normale = 11°0), tandis que du 18 au 25 elle est montée à 13°9 (normale = 9°5). L'écart entre les deux périodes,

(1) Traduction de la *Revue générale des sciences pures et appliquées.*

6°1, est élevé, et on conçoit que l'on ait été si sensible au réchauffement marqué qui a suivi le refroidissement.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	751,6mm	755,5mm
— — — la plus élevée.	758,3	. .
— — — — basse.	744,0	. .
Température moyenne du mois. . . .	10°3	10°4
— — la plus élevée . .	12,5	. .
— — — basse . .	6,7	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	25,4	19°3
Minimum — — . . .	—4,6	0,0
Nombre de jours de gelée	1	0
— maximum de jours de gelée . .	5	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	117	114
— — (total possible) . . .	332	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(34), S(17), W(15), E(11)	NE(20), SW(18) E(14), S(12)
Vitesse moyenne du vent.	4,0m	2,4m
Humidité à midi	78,3	73,2
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	1,5mm	1,2mm
— totale du mois	45	39
Hauteur de pluie tombée	71	42
— de neige —	0	0
— totale d'eau —	71	42
— maximum —	171	. .
— minimum —	7	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	17	13
— de pluie	18	17
— de neige	0,3	1
— de grêle	1	1
— de tonnerre	0,6	1
— de brouillard	8	13
— couverts	3	2
— sereins	0,6	0
Nébulosité moyenne	6,7	7,1

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

Du 1er au 6 la moyenne a été de $12^{\circ}5$ (normale = $12^{\circ}4$), et du 26 au 31, de $8^{\circ}4$ (normale = $7^{\circ}8$). On remarquera qu'on a constaté du 7 au 17 la température qu'on n'observe habituellement qu'à la fin du mois.

Le maximum absolu, $19^{\circ}3$ à Uccle, a eu lieu le 19.

Le minimum absolu s'est produit presque partout le 15 ou le 16. A Uccle il n'a pas dépassé le point de congélation, mais dans la grande majorité des stations il a été inférieur à 0°.

A l'Observatoire, le thermomètre à l'air libre, sur le gazon, est descendu à quatorze reprises au-dessous de 0°, et trois fois au-dessous de -5°. Les 15 et 16 il a indiqué respectivement $-5^{\circ}3$ et $-7^{\circ}9$. A Ypres, à l'extrême ouest du pays, et à Bernistap (Tavigny), à l'extrême est, on a noté alors :

	Le 15.	Le 16.
Ypres	$-3^{\circ}9$	$-3^{\circ}4$
Bernistap	$-8,8$	$-9,2$

Le vent a été très variable en octobre dernier. Aucune direction n'a présenté de prépondérance marquée. Les courants de composante E. ont soufflé aussi souvent que ceux de composante W., et le S. a été aussi fréquent que le N.

A part la nuit du 5 au 6 et la journée du 17, l'air a été calme en général. Du 5 au 6, de 22 h. à 6 h. (durée de 8 heures), la moyenne anémométrique a atteint $10^{m}3$ à la seconde, avec moyenne horaire maximum de $11^{m}1$, le 6, de 2 à 3 h. Le 17, de 10 h. à 22 h. (durée de 12 heures), on a enregistré $9^{m}5$ à la seconde.

Le nombre total d'heures de soleil a été normal, mais la période à température très douce n'a donné que 18 heures (du 17 au 27). Il y a eu 4 jours avec 15 minutes au plus d'insolation, et 5 jours sans le moindre rayon de soleil.

La première partie du mois a été assez pluvieuse (voir le numéro précédent de la Revue, p. 424); la seconde, par contre, a été sèche.

LOCALITÉS.	Plus basse température.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	1°3	0
Ostende (phare)	—1,2	1
Middelkerke	0,2	0
Furnes	0,0	0
Ypres	—1,2	3
Iseghem	—0,1	1
Somergem	—1,1	1
Gand	0,0	0
Tournai	0,5	0
Mons	—0,8	1
Paturages	—1,3	3
Bruxelles (Jardin botanique)	—0,3	2
Bruxelles (Nouveau Marché-aux-Grains)	1,3	0
Uccle (Observatoire)	0,0	0
Malines	—2,2	2
Anvers	0,8	0
Brasschaet	—2,1	5
Lierre	—1,5	2
Bourg-Léopold	—2,5	6
Maeseyck	—3,9	7
Cointe (Liége)	—1,3	4
Tilff	—2,8	5
Hermalle s/Huy	—1,8	4
Huy (Statte)	—3,1	5
Huy	—2,1	5
Sclayn	—2,4	3
Maredsous	—2,6	6
Dinant	—2,0	2
Florennes	—2 7	6
Thimister	—1,6	2
Verviers (ville)	—2,5	4
Verviers (tir)	—3,6	5
Barrage de la Gileppe	—4,8	7
Hestreux	—2,4	3
Spa	—4,0	6
Hockai	—5,3	9
Stavelot	—6,0	10
Saint-Roch	—2,3	—
Bernistap	—6,5	8
Barvaux s/Ourthe	—5,0	—
Laroche	—3,5	8
Bastogne	—4,3	8
Beauplateau	—3,2	9
Libramont	—0,7	7
Carlsbourg	—3,6	7
Arlon	—0,9	1
Etalle	—6,5	7
Virton	—2,0	4

Le total de pluie a été partout inférieur à la valeur normale, sauf dans quelques stations de l'Ardenne, où l'on a mesuré :

	mm
La Roche	83,7
Spa	84,5
Barrage de la Gileppe	91,3
Stavelot	93,6
Hockai	98,5

Ces totaux ont été grossis par des précipitations très copieuses tombées les 7 et 8, non seulement sur l'Ardenne, mais sur la Belgique entière.

De ces deux journées, celle du 7 a été particulièrement pluvieuse.

Bon nombre de stations ont renseigné, à cette date, plus de 20^{mm} d'eau.

	mm
FLANDRE OCCIDENTALE.	
Heyst	31,0
Le Coq	22,5
Furnes	21,0
Pollinchove	29,0
Rousbrugghe	24,5
Boesinghe	21,0
Ypres	30,4
Comines	25,8
Iseghem	25,7
FLANDRE ORIENTALE.	
Steene-Schuur	21,0
HAINAUT.	
Haulchin	32,0
Mont-sur-Marchienne	33,0
Charleroi	27,8
Nalinnes	27,0
Anderlues	26,0
Seneffe	20,5
NAMUR.	
Maredsous	23,5
Florennes	31,3
Bauche-Yvoir	24,6
LUXEMBOURG.	
Étalle	25,2
Arlon	23,0
Bourcy	27,0
Bastogne	20,8
Laroche	35,2
LIÉGE.	
Stavelot	31,0
Hockai	28,0
Baraque Michel	33,5
Hestreux	32,0
Barrage Gileppe	30,3
Spa	29,0
Verviers (tir)	24,3
Cointe (Liége)	24,8
Tilff	20,1
Huy-Statte	21,3

On remarquera que les provinces de Brabant, d'Anvers et de Limbourg ne figurent pas au tableau ci-dessus, et que

la Flandre orientale ne s'y trouve représentée que par une seule station.

Le 8, de la neige est tombée sur une grande partie du pays, soit en flocons, soit sous forme de neige roulée. C'était la première neige de l'hiver. Sur les plateaux de la haute Belgique, le sol était entièrement couvert de neige au commencement de la soirée.

Les 7 et 8, des phénomènes orageux ont aussi été observés : le 7, dans les provinces de Liége et de Luxembourg plus particulièrement; le 8, au centre et à l'ouest du pays surtout. Le 7, la foudre est tombée sur la ligne télégraphique entre Hockai et Francorchamps ; le 8, sur une maison, à Engelmanshoven (près de Saint-Trond).

Ces manifestations orageuses et les chutes de pluie et de neige qui les ont accompagnées ont été la conséquence du passage d'une forte dépression, dont le centre se trouvait, le 6 au matin, près de Skudesnaes (côte SSW. de la Norvège). Cette dépression donna lieu également, dans la nuit du 5 au 6, à une forte bourrasque sur nos côtes.

A part ce mouvement cyclonique assez considérable, la situation atmosphérique générale d'octobre a été presque constamment anticyclonique, mais sans aucune fixité dans la position du centre des hautes pressions, ce qui explique la grande variabilité de la girouette dans ce mois.

Le minimum absolu d'humidité relative (38 p. c.) a été observé le 15.

L'effeuillaison a commencé à se produire vers le 15 octobre, et elle a été générale à partir du 20 jusqu'à la fin du mois. Ce phénomène intéressant du règne végétal a été assez hâtif cette année.

A. LANCASTER.

Phénomènes sismiques principaux enregistrés à Uccle.

SEPTEMBRE - OCTOBRE 1904.

DATES.	P. T.	L. W.	FIN.	OBSERVATIONS.
	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	
11 septembre	»	6.24.23	6.55. 0	»
14 — . .	15.38. 2	15.40.54	15 55. 0	»
3 octobre. .	3.18.38	3.29.21	4.13. 0	»
23 — .	10.30 9	10.35.20	11. 6 0	»

L'activité sismique, qui avait été assez remarquable en Belgique pendant les mois de juillet et d'août, a considérablement diminué ensuite. Dans les deux mois suivants, on n'a observé, en effet, que quatre tremblements de terre d'origine lointaine.

Le macrosisme du 3 octobre a été le plus important.

Le 23 octobre, une forte secousse sismique a été ressentie dans le sud de la péninsule scandinave.

O. SOMVILLE,
Assistant à l'Observatoire.

NOTES.

RELATION ENTRE LES MINIMA ET LES MAXIMA DES TACHES SOLAIRES. — M. A. Wolfer a donné, dans le n° 93 des *Astronomische Mittheilungen*, un tableau très étendu qui contient la revision des nombres relatifs des taches solaires depuis 1749, et qui continue la publication de ces nombres jusqu'à la fin de 1901. En étudiant ce tableau, M. A. Angot a cru reconnaître une relation, qui ne lui paraît pas avoir été signalée jusqu'ici, entre l'importance relative d'un minimum des taches et celle du maximum qui le suit.

Dans le tableau ci-après on trouvera, ordonnés suivant les valeurs décrois-

santes des minima, les nombres relatifs des minima et des maxima qui les suivent immédiatement, ainsi que les époques correspondantes :

Minimum.		Maximum suivant.	
Nombre relatif.	Epoque.	Nombre relatif.	Époque.
11.	1766	106.	1769
11.	1843	124.	1848
10.	1784	132.	1787
10.	1755	86.	1761
9.	1833	138.	1837
7.	1867	139.	1870
7.	1775	154.	1778
6.	1889	85.	1893
4.	1856	96.	1860
4.	1798	48.	1804
3.	1878	64.	1883
2.	1823	71.	1830
0.	1819	46.	1816

Sauf une exception relative à la quatrième ligne du tableau (minimum de 1755 et maximum de 1761), tous les minima caractérisés par un nombre relatif élevé sont suivis par un maximum également élevé, et inversement. L'exception unique n'est peut-être même qu'apparente, car elle correspond précisément au début de l'observation des taches solaires et les méthodes d'évaluation peuvent avoir différé de celles qu'on a employées plus tard.

Il semble ainsi possible, quand on a observé un minimum des taches solaires, de prévoir avec un assez grand degré de probabilité l'allure du maximum suivant. En particulier, le dernier minimum de 1901 a été très faible (nombre relatif, 3); si la relation indiquée ci-dessus continue à se vérifier, le prochain maximum (vers 1905) serait également faible et le nombre relatif des taches n'y dépasserait pas 70 ou 80.

L'hypothèse d'une période secondaire de trente-trois à trente-cinq ans dans le retour des taches solaires conduirait à une prévision absolument opposée; dans cette hypothèse, en effet, le prochain maximum correspondrait à celui de 1870, avec un nombre relatif voisin de 140. Si le maximum de 1837 (nombre relatif, 138) peut être invoqué en faveur de cette période secondaire, celui de 1804 (nombre relatif, 48) lui est contraire, car il a donné l'une des valeurs les plus faibles que l'on connaisse pour une époque de maximum (1).

---

(1) *Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences de Paris, n° du 25 juillet 1904, p. 256.

— Le rayonnement hertzien du Soleil et l'influence de l'activité solaire sur le magnétisme terrestre. — Dans une communication faite à la Société française de physique, M. Ch. Nordmann a exposé comment il a été amené à penser que le Soleil doit émettre des ondes hertziennes, et que cette émission doit être particulièrement intense dans les régions et aux époques de la plus grande activité solaire, c'est-à-dire dans les régions des taches et des facules, et au moment du maximum des taches solaires.

De la discussion des données fournies par des stations météorologiques tropicales et relatives à une période d'une trentaine d'années, M. Nordmann a déduit la loi suivante, conforme à ce qu'avait annoncé autrefois Köppen : la température terrestre subit une période égale à celle des taches du Soleil; l'effet des taches est de diminuer la température terrestre moyenne, c'est-à-dire que la courbe qui représente les variations de celle-ci est parallèle à la courbe inverse de la fréquence des taches solaires.

M. Nordmann s'est proposé de montrer que les propositions précédentes peuvent jeter quelque clarté sur les circonstances qui produisent les variations si mystérieuses et si complexes du magnétisme terrestre, et il a étudié successivement les variations régulières des éléments magnétiques (périodes diurne, annuelle, undécennale), et les perturbations accidentelles ou orages magnétiques.

Il est aujourd'hui bien démontré que les forces qui produisent la variation diurne ne peuvent être qu'extérieures à la Terre. Il faut rejeter l'idée d'une action magnétique directe du Soleil; celui-ci fût-il en effet suffisamment magnétique, il est impossible de rendre compte, par une action directe de cet astre, des particularités qualitatives de la variation diurne. La théorie proposée par Faraday et fondée sur ce que les propriétés magnétiques de l'oxygène de l'air atmosphérique diminuent quand on le chauffe, donc changent avec l'heure de la journée, doit être également rejetée; la susceptibilité magnétique de l'air atmosphérique diminue à mesure qu'on s'élève, contrairement à ce que croyait Faraday, et M. Nordmann a pu montrer en partant de là que, quantitativement, les propriétés magnétiques de l'atmosphère ne peuvent avoir que des effets infimes sur le champ magnétique terrestre. Enfin, il faut rejeter aussi l'hypothèse d'une action des courants telluriques; Airy a montré qu'il n'y a aucune connexion entre la période diurne de l'aiguille aimantée et les variations des courants telluriques.

M. Nordmann propose de substituer à ces théories l'hypothèse de l'influence des ondes hertziennes émanées du Soleil : un gaz raréfié, qui ne laisserait passer le courant que sous des forces électro-motrices très élevées, devient apte à conduire un courant de très faible force électro-motrice si l'on fait éclater dans ce gaz des décharges auxiliaires, ou si on le fait parcourir par des ondes hertziennes. Donc, sous l'influence des ondes hertziennes émanées

du Soleil, les couches supérieures de l'atmosphère deviennent aptes à laisser passer les courants produits par l'induction terrestre, et l'intensité de ces courants doit varier en un lieu comme l'insolation et redevenir très faible quand le Soleil est sous l'horizon. Au point de vue de la direction que doivent avoir ces courants pour expliquer les phases de la période diurne, le problème comporte d'ailleurs une infinité de solutions.

Si la conception précédente est exacte, l'amplitude de la variation diurne doit avoir sa plus grande valeur en été dans l'hémisphère nord et en hiver dans l'hémisphère sud : c'est bien ce que vérifie l'observation. L'observation vérifie encore les conclusions de l'hypothèse de M. Nordmann en ce qui concerne la variation undécennale.

Si l'on passe enfin à l'étude des perturbations magnétiques, on constate que les orages magnétiques sont produits par des perturbations actives de la surface solaire, que la longitude héliocentrique des centres d'activité solaire n'a pas d'influence sur la production de ces perturbations (ce qui exclut la *théorie cathodique* émise par Goldstein et développée par MM. Deslandres et Birkeland), et qu'enfin les perturbations solaires se transmettent au magnétisme terrestre avec la vitesse de la lumière, résultat contraire encore à la théorie cathodique.

En résumé, la théorie hertzienne proposée par M. Nordmann explique les faits connus et classés jusqu'ici. Mais il ne faut pas perdre de vue que ce n'est qu'*une hypothèse :* il en sera ainsi jusqu'au jour où l'on aura pu enregistrer expérimentalement des radiations hertziennes d'origine nettement solaire, chose bien difficile, car les couches raréfiées de l'atmosphère supérieure ont une action fortement absorbante et tendent à arrêter complètement, avant qu'elles arrivent au sol, les ondes électromagnétiques venant de l'espace.

— Congrès. — Un Congrès international des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquée se tiendra à Liége du 26 juin au 1er juillet 1905.

Au programme provisoire de la section de géologie appliquée, figurent les questions suivantes, qui rentrent dans le cadre des études dont s'occupe *Ciel et Terre :*

1° Les applications de la boussole et du pendule en géologie appliquée;

2° L'alimentation des nappes aquifères;

3° Étude expérimentale des échanges d'eau entre l'atmosphère et les terrains de diverses natures;

4° Lois qui régissent la circulation de l'eau depuis la surface du sol jusqu'au niveau de la nappe aquifère;

5° Les moyens d'investigation pour déterminer la direction et la vitesse d'écoulement des nappes aquifères.

L'année des nuages. *(Suite.)*

ÉTATS-UNIS.

Observatoire du Blue-Hill.

On sait que l'Observatoire du Blue-Hill est un établissement privé, que dirige avec une compétence et un talent bien connus de nos lecteurs, son fondateur et propriétaire M. A. Lawrence Rotch. On a continué à cet observatoire, au moyen de théodolites simples, les observations de hauteurs qui y avaient été inaugurées dès l'année 1890. A cet effet on emploie deux bases ayant 1 178,4 et 2 590,3 mètres de longueur. La plus petite était primitivement réservée à la mesure des nuages inférieurs, mais on a constaté dans la suite que la grande convenait aussi très bien pour ces opérations. Outre le procédé trigonométrique, on y a essayé quelques autres moyens de mesure plus simples, et dignes d'être signalés. Le moins compliqué est certes le suivant. Dans certains cas, les nuages inférieurs ont leur base au-dessous du sommet de la colline où est édifié l'observatoire. On détermine alors l'altitude du nuage en rapportant le niveau auquel flotte sa base à certains points de repère tracés sur le flanc de la montagne, repères dont la hauteur est connue.

Pendant la nuit on prend la hauteur angulaire des parties de nuages uniformes, sur lesquelles se projette la lumière des réverbères ou des lampes électriques de certaines agglomérations dont on sait la distance au point d'observation. Cette méthode n'est toutefois à employer que quand le nuage est éclairé par une lumière provenant d'une source bien définie, et qu'il présente une partie lumineuse bien tranchée. Dans ce cas, le calcul de la hauteur se réduit à la résolution d'un triangle rectangle.

Les nuages en voile uniforme ont aussi été mesurés, en

prenant aux extrémités d'une base, l'azimuth et la hauteur angulaire d'un cerf-volant au moment de sa pénétration dans la nappe. Les diagrammes tracés par le thermographe et l'hygrographe attachés à ces aérostats montrent également, dans la plupart des cas, par des variations caractéristiques, l'effet du nuage sur la température et l'humidité, tandis que le barographe donne l'altitude. Les indications des enregistreurs permettent donc de contrôler la mesure directe.

Au Blue-Hill les nuages sont en général à une plus grande altitude pendant la saison chaude que pendant l'hiver. La hauteur de toutes les formes inférieures (*Cu.*, *S.-Cu.*, *Ni.* et *S.*) croît pendant la journée jusqu'au moment où la température atteint son maximum, puis elle diminue. En ce qui regarde la variation annuelle, on a trouvé que la hauteur de tous les nuages augmente jusqu'en août, puis qu'elle décroît ensuite graduellement jusqu'en février.

La courbe de cette variation est semblable à celle de la marche annuelle de la température, mais le maximum et le minimum de la première devancent d'un mois les extrêmes de la seconde.

On ne peut conclure à l'existence d'une relation entre la hauteur des nuages et la valeur de la pression barométrique.

Il semble probable que les *Ci.* sont plus élevés par gradient dirigé vers le NW. et l'W. et plus bas par gradient provoquant des vents froids. Les bases des *Cu.* et des *Ni.* sont, au contraire, à une altitude minimale par gradient vers le NW., l'W., le SW. et le S., probablement parce que les vents sont alors humides et que la hauteur de ces nuages est en général proportionnelle à la différence entre le degré de température et celui du point de rosée. Les vents qui accompagnent les gradients opposés sont, au contraire, secs et froids, et dans ce cas on a constaté une altitude plus élevée pour la base des *Ni.* et des *Cu.*

La hauteur des *Ci.-S.* dépasse en général celle des *Ci.*

Tous les nuages sont relativement plus élevés quand ils viennent de l'W. ou d'une direction avoisinante. Ajoutons qu'on a observé à tous les niveaux, mais principalement aux plus élevés, une prédominance marquée des vents d'W.

La vitesse de déplacement des nuages augmente avec leur hauteur. Cette accélération se remarque surtout en hiver. Chaque forme se rencontre aussi plus spécialement aux altitudes suivantes (données en kilomètres) :

Ci.-S.	Ci., Ci.-S.	Ci.-Cu., A.-S.	A.-Cu., A.-S. Cu. (Base).	Cu. (Base), S.-Cu., Cu.-Ni. (Base).	Ni.-S., S.-Cu.
10,4	8,2	6,4	3,0	1,4	0,4

Ces niveaux diffèrent environ de 1 700 mètres ou d'un multiple de cette valeur. Les hauteurs extrêmes observées sont :

Ci.	Ci.-S.	Ci.-Cu.	A.-S.	A.-Cu.	S.-Cu.	Ni.	Cu. (Sommet).	Cu. (Base).	Cu.-Ni. (Sommet)	Cu.-Ni. (Base).
15006	13601	11410	9692	9166	4605	5327	5003	4168	13882	2614
2719	4036	2126	1232	984	313	70	787	536	5530	170

Remarquons que la hauteur 2719 mètres d'un *Ci.* a été trouvée en mai, fait qui, vu la saison, permet de croire qu'il s'agissait d'un faux *Ci.*

Weather Bureau de Washington.

Comme au Blue-Hill, les hauteurs de nuages ont été mesurées à Washington au moyen de théodolites simples, et avec une base de 1 360^{m}47. On a fait pendant l'année 6333 mesures. Des observations de directions au moyen du néphoscope de Marvin ont été effectuées en quinze autres stations, la plupart situées dans la partie méridionale du territoire de la République. Les faits les plus importants à retenir sont les suivants :

En été, l'altitude de tous les nuages, excepté le *S.*, a été trouvée supérieure à celle constatée en hiver. Au cours

d'une journée, et principalement en été, elle s'accroît du commencement jusqu'à la fin de la journée. La vitesse de déplacement est plus grande en hiver qu'en été. Dans les nuages supérieurs le mouvement est un peu plus rapide l'après-midi que le matin, tandis que les formes inférieures éprouvent généralement un ralentissement vers le milieu du jour. Vers la soirée le mouvement s'accélère.

Les vitesses moyennes, en mètres par seconde, sont les suivantes pour les trois niveaux principaux :

Niveau supérieur.		Niveau moyen.		Niveau inférieur.	
Ci., Ci.-S.,	Ci.-Cu.	A.-S.,	A.-Cu.	S.-Cu.,	Ni., Cu., S.
Eté.	Hiver.	Été.	Hiver.	Été.	Hiver.
26,9	32,9	17,1	21,2	8,0	12,1

La vitesse maximale notée dans la zone des *Ci.* est de 90 mètres.

Le *Ci.-S.* est en général situé plus haut que les *Ci.*

Tant que la température reste inférieure a 25°, l'altitude des *Ci.* croît en même temps que se produit une hausse thermique, mais au-dessus de cette valeur elle diminue de nouveau. Les formes des couches inférieures continuent au contraire, dans ces conditions, leur mouvement ascensionnel. On n'a guère constaté de rapports bien nets entre les fluctuations de la température et celles de l'altitude des nuages du niveau moyen.

L'altitude des *Ci.* semble être indépendante des variations de pression; les formes moyennes (*A.-S.* et *A.-Cu.*) atteignent respectivement des hauteurs maximales par pression de 757^{mm} et de 767^{mm}; les inférieures, notamment les *S.-Cu.* et les *Cu.*, diminuent de hauteur quand la pression devient plus forte.

L'étude de l'influence de la direction du gradient n'a pas fourni de résultats probants. Il paraît tout au plus que toutes les formes sont plus élevées par gradients vers le NW. ou le SE. que par ceux dirigés vers le NE. ou le SW.

De même, on n'a pu trouver une relation quelconque entre la hauteur des nuages et leur direction.

L'étude de la distribution de la vitesse du vent suivant la hauteur, d'après la marche des nuages, montre qu'une zone à vitesse maximale existe en été et en hiver dans la région des *Cu.* Une autre occupe le niveau des *Ci.* De faibles maxima se trouvent aussi à la hauteur des *A.-Cu.* et de l'*A.-S.*

Les couches à vitesse minimale sont à 4 800, 8 200 et 9 800 mètres; des minima secondaires existent en outre vers 6 800 et 12 400 mètres. A ces niveaux, les nuages s'étendent fréquemment en nappes. Le maximum absolu de vitesse fut de 91,9 mètres par seconde, observé en décembre, dans un *Ci.-S.*

Le professeur Bigelow, qui a discuté ces observations, a en outre recherché les caractères que présentent la direction et la vitesse des vents supérieurs dans les différentes zones des anticyclones et des dépressions. Il synthétise de la manière suivante les résultats de son travail : un courant général et rapide W. à E. règne dans les parties élevées de l'atmosphère. Ce courant s'efface graduellement dans les couches plus rapprochées du sol. Au niveau des *Ci.* il a déjà de faibles composantes N. ou S. qui lui donnent une forme sinueuse. Cette déformation s'accentue dans les couches plus basses et, dans les régions inférieures, le courant disparaît pour faire place, suivant les cas, à la circulation cyclonique ou anticyclonique. Cyclones et anticyclones constitueraient donc des accidents dont l'influence ne s'étendrait guère au delà des couches inférieures. Au-dessus des zones de fortes pressions, la circulation anticyclonique se manifeste encore dans les *A.-Cu.* et *S.-Cu,* tandis qu'elle prédomine nettement dans les *Cu.*, les *S.* et au niveau du sol. Au contraire, la circulation propre aux dépressions cesse déjà à une faible hauteur au-dessus du sol. Bigelow en conclut que les aires de fortes pressions ont une influence plus puissante

que les dépressions. Ces conclusions ne s'appliquent évidemment qu'aux États-Unis.

Les altitudes extrêmes des différents nuages, à Washington, sont :

Ci.	Ci.-S.	Ci.-Cu.	A.-S.	A.-Cu.	S.-Cu.	Ni.	Cu.	Cu.-Ni.
17182	16144	15411	15552	10167	7285	4022	5242	15903
5354	5142	3067	1613	1524	1375	634	545	1249

ALLEMAGNE.

La publication consacrée aux observations faites en Allemagne et que vient de faire paraître l'Institut météorologique prussien, mérite tous les éloges et fait honneur à ses auteurs, les docteurs Sprung et Süring. Comme on le verra plus loin, ces savants n'ont pas limité leurs recherches à celles prescrites par le Comité, car, outre les renseignements en quelque sorte réglementaires, leur travail en contient beaucoup d'autres non prévus par le programme, et ces derniers ne sont certes pas les moins intéressants.

Pour la détermination des hauteurs, l'Institut de Potsdam a employé la méthode photogrammétrique (photothéodolites de Koppe). On s'est aussi servi de ballons et de cerfs-volants dont on notait la hauteur angulaire, des deux extrémités d'une base, au moment où ils pénétraient dans le nuage à mesurer. Les chiffres obtenus au moyen de ces éléments concordaient en général avec ceux fournis par les observations photogrammétriques. Deux bases ayant respectivement 367,8 et 1 469,4 mètres de longueur, avaient été établies. Il a été effectué en tout 7 500 mesures de hauteur. La direction des nuages a, en outre, été observée en une multitude de stations, réparties sur les différentes régions de l'empire allemand.

Comme ailleurs il a été constaté que, pendant le jour, les *Cu.* montent continuellement jusque dans l'après-midi. Vers la soirée leur hauteur diminue quelquefois, mais dans la majorité des cas elle reste stationnaire pendant les der-

nières heures de l'après-midi. Leur épaisseur s'accroît le plus durant la matinée et atteint son maximum l'après-midi (600 à 700 mètres). Les *Ci.* ont ordinairement une altitude maximale au moment de leur apparition. Ils s'épaississent ensuite en diminuant d'altitude ou, plus exactement, ils s'étendent à des niveaux moins élevés.

La question de savoir si la vitesse des nuages présente une variation diurne n'a pas été résolue. Pour les *Cu.*, on a trouvé un minimum de vitesse le matin et un maximum l'après-midi ou le soir. Dans les *Ci.*, ce maximum tombe vers midi.

En été, toutes les formes sont plus élevées qu'en hiver. La différence que présentent sous ce rapport les deux saisons est moins prononcée pour les *A.-Cu.*, *A.-S.* et *Ci.-Cu.* La hauteur des *Ci.* décroît graduellement depuis novembre, et ce n'est qu'en juin qu'elle se relève.

Les hauteurs extrêmes entre lesquelles oscille l'altitude des *Ci.* et du *Ci.-S.* ayant été trouvées à peu près semblables, on peut en conclure qu'une distinction entre ces deux formes ne se justifie pas toujours. Cependant celle du *Ci.-S.* est plus constante et moins affectée par les variations de la température.

Tous les nuages ont en général une plus grande vitesse en hiver qu'en été, avec maximum au printemps et en automne (octobre). Elle diminue notablement pendant les autres mois, et passe encore par un second maximum en février et mars (mai pour les *Ci.*).

Les vitesses extrêmes constatées à Potsdam sont relativement faibles, comparées à celles observées à Upsal et au Blue-Hill. Elles sont, en mètres par seconde :

Potsdam.	Upsal.	Blue-Hill.
59,5	67,7	103

Il semble que jusqu'à 3 000 mètres cette vitesse dépasse rarement 30 mètres. La fin de l'automne et le commence-

ment du printemps se distinguent, dans les hautes couches, par des périodes de vents forts. Les valeurs minimales sont petites, notamment chez les *Cu.* Les aéronautes ont du reste constaté fréquemment dans ces nuages un affaiblissement du vent. Dans les *Ci.* et *Ci.-S.*, les minima (3 à 5 mètres par seconde) ont été relevés le même jour, dans une couche située à environ 7 000 mètres au-dessus d'un anticyclone.

Une hausse de la température coïncide avec un accroissement d'altitude des nuages. On entrevoit moins bien une relation entre cet élément et l'humidité. Les nuages sont en général plus élevés par humidité faible. Les formes des couches moyennes seules font exception à cette règle.

On n'a pas constaté de relation entre la pression barométrique et la hauteur des nuages. Il semble pourtant établi que celle des *Cu.* croît quand la pression devient plus forte. Le mode de distribution de la pression semble être sans influence sur la hauteur des différents nuages. On peut tout au plus supposer que les *Cu.* se développent plus dans les situations cycloniques que dans les anticyclones. Au-dessus des « *couloirs* » ou zones relativement étroites de basses pressions, les *Cu.* et les *Cu.-Ni.* sont en général plus élevés qu'au-dessus des *crêtes*. Rien de bien net ne ressort du classement des hauteurs suivant la direction du gradient. Il est à présumer que par gradients provoquant des vents méridionaux et chauds, la hauteur est en général plus considérable que dans le cas contraire. Il s'agit donc d'une influence de la température.

La hauteur des nuages paraît être indépendante de leur direction. Toutefois, en été, ceux qui viennent du SW. ont généralement les altitudes les plus élevées, ainsi que les plus grandes vitesses. Le contraste est le plus frappant entre la vitesse des nuages à direction SW. et ceux de NE. ou de NW., surtout chez les *Ci.* Il disparaît dans les couches moyennes.

Les renseignements généraux qu'on peut tirer des observations au sujet de la distribution de la vitesse du vent suivant l'altitude, peuvent se résumer ainsi : cette vitesse éprouve d'abord une accélération rapide, et à 1 000 mètres elle est double de celle observée à terre; elle se modifie ensuite très peu jusque vers 4 000 mètres, où on rencontre un nouvel accroissement marqué. A 5 000 mètres elle est triplée. Entre le 6e et le 7e kilomètre elle reste stationnaire, mais croît encore dans la suite, car les maxima s'observent ordinairement entre 8 000 et 9000 mètres. Ces constatations s'accordent très bien avec celles fournies par les ascensions de ballons.

Nous donnons ci-dessous, comme précédemment, les hauteurs extrêmes observées pour chaque forme de nuage :

Ci.	Ci.-S.	Ci.-Cu.	A.-S.	A.-Cu.	S.-Cu.	Ni.	Cu.-Ni. Sommet.	Cu.-Ni. Base.	Cu. Sommet.	Cu. Base.	Fr.-Cu.	S.
11165	11913	9850	6710	7357	6020	4265	8770	4463	4750	2550	3741	972
4780	4269	2628	947	1143	300	280	1430	600	630	388	355	249

Outre les indications que nous venons de citer et qui ont été obtenues conformément au plan tracé par le Comité international, le volume de l'Institut météorologique prussien renferme encore diverses considérations intéressantes, notamment sur la formation des nuages. Elles émanent du Dr Süring et méritent d'être résumées.

(*La fin prochainement.*) E. VANDERLINDEN.

Mémorandum astronomique.

JANVIER 1905.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Le Dragon, la Petite Ourse, la Girafe, la Chèvre, le Taureau et Orion.

De l'Est à l'Ouest : Le Lion, le Cancer, les Gémeaux, la Chèvre, le Bélier, Andromède et les Poissons.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : La Grande Ourse, le Lynx, la Chèvre, Persée, le Bélier et la Baleine.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : Le Grand Chien, Procyon, la Chèvre, Persée, Cassiopée et Céphée.

OBJETS CELESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er JANVIER, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Amas de Persée . . .	$4^h\ 1^m$	50°48'	5' diamètre; anneau avec amas central.
Id.	4. 6	39. 3	Étoiles rangées en courbes.
Nébuleuse d'Éridan. .	4. 9	103. 1	Planétaire, bleue.
Étoile rouge du Cocher.	4.52	42.17	Id.
Id. d'Orion .	4.59	88.59	Rubis, pâle.
Amas du Cocher . . .	5.21	44.12	Croix de Saint-André.
Nébuleuse d'Orion . .	5.29	95.28	La plus belle nébuleuse.
Amas du Cocher . . .	5.44	47 29	Magnifique amas de plus de 500 étoiles.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	$7^h\ 5^m$	7^h48^m	$11^h46^m\ 4^s8$	15^h45^m	16^h28^m	16°10'
5	7. 4	7.47	11.47.56,2	15 50	16.33	16.32
10	7. 2	7.45	11.50. 5,7	15.56	16 38	17.11
15	7. 0	7.42	11.52. 0,7	16. 4	16.46	18. 0
20	6.56	7.36	11.53.38,7	16 11	16.53	19. 0
25	6 51	7.32	11.54.57,9	16 20	17. 1	20. 9
31	6.44	7.23	11.56. 7,2	16.31	17.10	21.43

Le *temps sidéral* à midi moyen est à Uccle, le 1er janvier, de $18^h41^m49^s4$. Son accroissement diurne est de 3^m55^s5.

Ephémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	+ 2°0	— 3°2	53°2	11	— 2°9	— 4°3	281°5	21	— 7°5	— 5°3	149°8
2	+ 1.5	— 3.3	42.0	12	— 3.3	— 4.4	268.3	22	— 8.0	— 5.4	136.7
3	+ 1.0	— 3.5	26.8	13	— 3.8	— 4.5	255.2	23	— 8.4	— 5.5	123.5
4	+ 0.5	— 3.6	13.7	14	— 4.3	— 4.6	242.0	24	— 8.9	— 5.5	110.3
5	+ 0.1	— 3.7	0.5	15	— 4.8	— 4.7	228.8	25	— 9.3	— 5.6	97.2
6	— 0.2	— 3.8	347.3	16	— 5.2	— 4.8	215.7	26	— 9.8	— 5.7	84.0
7	— 0.9	— 3.9	332.1	17	— 5.7	— 4.9	202.5	27	—10.2	— 5.8	70.8
8	— 1.2	— 4.0	321.0	18	— 6.2	— 5.0	189.3	28	—10.6	— 5.9	57.7
9	— 1.9	— 4.1	307.8	19	— 6.6	— 5.1	176.2	29	—11.8	— 5.9	44.5
10	— 2.6	— 4.2	294.7	20	— 7.1	— 5.2	163.8	30	—11.5	— 6.0	31.3
								31	—11.9	— 6.1	18.2

La Lune.

N. L. ◎ le 5, à 18h17m. | P. L. 🌝 le 21, à 7h14m.
P. Q. ☽ le 13, à 20h11m. | D. Q. ☾ le 28, à 0h20m.

Occultations d'étoiles par la Lune.

10 janvier, φ du Verseau (4.3 gr.), immersion à 17h13m5, émersion à 18h28m0.
19 — 26 des Gémeaux, (5.3 gr.), — 16h54m6, — 17h20m5.
25 — β de la Vierge, (3.8 gr.), — 0h47m2, — 1h45m9.
29 — α de la Balance (4.1 gr.), — 3h11m1, — 4h14m1.

Longitude du terminateur de la Lune a minuit, pour chaque jour de janvier 1905.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	— 39°4 *s*	11	19°0 *m*	21	+ 77°4 *s*
2	51.6	12	+ 6.9	22	65.3
3	63.7	13	— 5.3	23	53.1
4	75.9	14	17.4	24	41.0
5	— 88.0 *s*	15	29.6	25	28.8
6	+ 79.8 *m*	16	41.8	26	16.6
7	67.7	17	53.9	27	+ 4.5
8	55.5	18	66.1	28	— 7.7
9	43.3	19	78.2 *m*	29	19.8
10	31.2	20	+ 89.6 *s*	30	32.0
				31	— 44.2 *s*

Éclipses des satellites de Jupiter.

Le	2 janvier,	satellite	II,	réapparition	à	18h13m28s
—	6	—	I,	—	à	20.36.38
—	9	—	II,	disparition	à	18.25.54
—	9	—	II,	réapparition	à	20.50.29
—	13	—	I,	—	à	12.32.25
—	15	—	I,	—	à	17. 1.25
—	16	—	II,	disparition	à	21. 3. 7
—	17	—	III,	—	à	16.38.27
—	17	—	III,	réapparition	à	18.10.57
—	22	—	I,	—	à	18.57. 9
—	24	—	III,	disparition	à	20.40.48
—	24	—	III,	réapparition	à	22.12.15
—	29	—	I,	—	à	20.52.49

Les Planètes.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	18h36m	— 20°26'	10"0	0.67	7h22m	15h52m
	11	18. 4	— 20.29	8.4	0.79	6.11	14.39
	21	18.28	— 21.52	6.8	0.98	6. 3	14.15
Vénus .	1	21.43	— 15.35	16.6	1. 2	10. 1	19.27
	11	22.27	— 11. 5	17.8	0.95	9.41	19.57
	21	23. 9	— 6 11	19.2	0.88	9.18	20.24
Mars. .	1	13.38	— 7.37	6.0	1.58	1. 5	11.57
	11	13.50	— 9.28	6 4	1.48	0.54	11.28
	21	14. 9	— 11. 9	6.8	1.38	0.43	10.59
Jupiter .	1	1.18	+ 6.54	38.8	4.69	11.40	1. 0
	11	1.21	+ 7.13	37.6	4.86	11. 3	0.24
	21	1.25	+ 7.39	36.4	5. 8	10.25	23.47
Saturne.	1	21.26	— 16.20	14.4	10.61	9.47	19. 5
	11	21.30	— 16. 0	14.4	10.70	9.10	18.32
	21	21.34	— 15.38	14.2	10.77	8.33	17.59
Uranus .	1	18. 3	— 23.39	3.8	20.29	7.10	14.58
	16	18. 7	— 23.39	3.8	20.23	6.15	14. 3
Neptune.	1	6.29	+ 22.15	»	28.93	15.23	7.37
	16	6.27	+ 22.17	»	28.98	14.22	6.36

ASPECT DES PLANÈTES.

Mercure est *étoile du matin*. Le 22, elle atteint sa plus grande élongation occidentale (24°28'). Elle sera : le 4, à 1°26' au sud de la Lune; le 14, à 2°47' au nord d'Uranus; le 30, à son nœud descendant.

Vénus est *étoile du soir*. Le 9, elle sera à 2°13' au sud de la Lune. Le 30, elle atteindra son nœud ascendant.

Mars se lève vers 1 heure du matin. Le 26, elle sera en quadrature avec le Soleil. Le 27, elle sera à 2°45' au sud de la Lune.

Jupiter se couche vers 1 heure du matin. Le 11, elle sera en quadrature avec le Soleil. Le 27, elle sera à 2°18' au nord de la Lune.

Saturne se couche vers 6 heures du soir. Le 8, elle sera à 3°3' au sud de la Lune.

Uranus se lève 1 heure avant le Soleil.

Neptune est toute la nuit sur notre horizon.

LES ÉTOILES FILANTES.

Il y a un nombre considérable d'essaims visibles pendant ce mois ; le plus important est celui des *Quadrantides* ($AR = 15^h 12^m$, $\delta = 53°$). Les jours des principales apparitions de bolides sont les 2, 15, 16, 17 et 28.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Janvier 9-19.	$AR = 4^h 18^m$, $\delta = 4°$.	—	Janvier 1-25.	$AR = 12^h$, $\delta = 35°$.	Rapides, à traînées.
Janvier 2-4.	$AR = 8^h$, $\delta = 16°$.	Rapides et brillants.	Janvier 4-11.	$AR = 14^h 40^m$, $\delta = 13°$.	Id.
Janv. 1-fév. 6.	$AR = 9^h$, $\delta = 48°$.	—	Janvier 1-15.	$AR = 14^h 40^m$, $\delta = 12°$.	Id.
Janvier 2-5.	$AR = 9^h 40^m$, $\delta = 57°$.	Très rapides.	Janvier 1-3.	$AR = 15^h 12^m$, $\delta = 53°$.	Rapides.
Janv.-fév.	$AR = 11^h$, $\delta = 5°$.	Id.	Janvier 28.	$AR = 17^h$, $\delta = 25°$.	Très rapides, à traînées.
Janvier 11.	$AR = 11^h 32^m$, $\delta = 9°$.	Rapides, à traînées.	Janvier 14-17.	$AR = 19^h 54^m$, $\delta = 53°$.	Lents, à traînées.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

Nº 19 : JUIN 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
3	16·$^1/_4$. Monteleone di Calabria. Secousse sensible.
4	20·11. Tscham-Koria (II), Rilski-Monastir (IV).
5	11·13·37. Sofia (II), Tscham-Koria (IV).
	20·38. Kotschérinovo, faible secousse; Boboschévo, deux secousses.
6	16·27·24. Sofia (II); assez forte dans le NE. de la Bulgarie; districts Ilfov, Ialomitza, Constantza, Braila, Ramnicu-Sarat, Putna (Roumanie); épicentre dans la Ialomitza, où elle eut l'intensité V à Ciochina.
7	1·57 à 2·4. Autlan (Jalisco), forte et rapide secousse trépidatoire; Colima, moyenne et trépidatoire.
	13·. Assisi (Perugia). Légère.
	14·12. Rilski-Monastir, faible; Kotschérinovo, deux secousses.
8	14·. Avezzano et Capelle di Marsi. Fort tremblement.
9	Toluca. Trépidatoire. 3^s.
	0·25 à 1·. Tapachula, légère, oscillatoire, avec bruit, 9^s; Tuxtla Gutierrez, oscillatoire, 15^s.
	2·$^1/_4$ et 2·$^1/_2$. Venafro (Campobasso). Forte secousse et faible réplique.
	4·. Tuxtla Gutierrez, Comitan, San Cristobal de Chiapas.
	6·26 à 6·30. Zihuatanéjo, deux légers chocs de 1^s; San Jeronimo de Guerrero, léger, oscillatoire, 2^s.
10	3 30. Pochutla (Oaxaca). Forte secousse de 10^s avec bruit.
	12·15. Provinces de Massa et de Carrara (V); Bologne, Chiavari, Florence (III); Viareggio, Pietrasanta, Camaiore, Lucques, Bientina, Prato.
	15·7. La Union de Guerrero. Oscillatoire, 2^s.
	19·41. Rilski-Monastir et Kotschérinovo (VI); Boboschévo et Tscham-Koria (IV); Sofia (II).
11	20·$^1/_2$. Assisi (Ombrie). Secousse sensible.
12	0·$^1/_2$. Fiumalbo, sensible secousse; Giaccherino.
13	3·, 3·$^1/_2$, 3·$^3/_4$. Secousses à Sellano.

Dates.	Heures.
14	9·24. Rilski-Monastir (III); Tscham-Koria (II).
	22·30. Tapachula (Chiapas). Légère, oscillatoire, avec bruit, 5^s.
15	Minuit. Lugo. Tremblement avec grand bruit.
	5·35. Juchitan (Oaxaca). Forte secousse, 2^s, et bruit, 5^s.
	20·24. Rilski-Monastir (III); Tscham-Koria, bruit.
16	14·54. Rilski-Monastir (III), avec fort bruit; faible à Kotschérinovo et à Boboschévo.
17	13·¼. Maniace (Catane). Très légère.
18	23·¼. Fiumalbo. Légère.
19	0·¼. Fiumalbo. Légère.
	20·56. Teposcolula (Oaxaca). Oscillatoire, 3^s.
20	2 ½. Urbino, sensible; Pérouse, légère; Assisi, très sensible. Se répéta peu de minutes après à Assisi.
	5·59 et 9·16. Kotschérinovo. Deux fortes secousses.
	22· et 23·. Garfagnana.
	23·10. Tapachula. Légère, trépidatoire, avec bruit. 2^s.
21	3·¼. Assisi. Légère.
	5·½. Leicester.
	15· 0·27. Sofia (III-IV), Rilski-Monastir (VI), avec fort bruit, et tout le SW. de la Bulgarie.
22	2· et 11·¾. Garfagnana.
	19·58. Tscham-Koria (IV); Rilski-Monastir, avec fort bruit.
23	14·23. Tscham-Koria (III), sans bruit; Rilski-Monastir (II).
24	21·59. Tscham-Koria et Rilski-Monastir (III).
26	23·7. Rilski-Monastir (III).
27	9·22. Rilski-Monastir (III-IV); Tscham-Koria (III).
28	4·16·59. Sofia (II); Rilski-Monastir (V); le SW. de la Bulgarie.
30	13·35. Rilski-Monastir (IV-V). 8^s.
	Dans ce mois, 104 secousses à Rilski-Monastir.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

La population de l'Inde et la pluie. — Nous avons signalé (1) autrefois un article dans lequel Clayton montrait qu'en Amérique les années de sécheresse ne sont pas seulement préjudiciables aux rendements agricoles, mais qu'elles affectent aussi très défavorablement la marche des affaires financières et politiques. Il semble que là ne se bornent pas les conséquences néfastes du manque de pluie.

En effet, le fascicule d'octobre dernier du *Quarterly Journal* publié par la Société météorologique de Londres, contient une étude comparative sur les variations concomitantes de la densité de la population de l'Inde et de la pluviosité annuelle. Les recherches s'étendent sur la période décennale 1891-1901 (2).

Dans cet intervalle, les années 1892 à 1895 ont été marquées par une surabondance de pluie, 1897 et 1898 ont été normales, tandis que 1891, 1895, 1896 et 1899 ont eu leur total annuel inférieur à la normale. Comme on le comprend, la pénurie d'eau n'a pas revêtu la même intensité dans toutes les régions de l'immense empire indien, mais L.-W. Dallas, l'auteur de l'intéressant travail dont il s'agit, arrive à cette conclusion : qu'aux périodes à déficit de précipitations, correspond un décroissement de la population, ou au moins un arrêt dans la marche ascendante de sa densité. Les provinces où l'on relève la plus forte décroissance sont précisément celles où, à l'époque correspondante, le déficit de pluie a été le plus accentué.

Cette conclusion semble logique, même *a priori*, puisque la rareté de la pluie est néfaste à l'agriculture, de laquelle dépend tout le régime économique de l'Inde. Le manque d'eau doit donc inévitablement y provoquer des troubles sérieux dans les conditions d'existence de la population. Or, divers économistes et statisticiens, et notamment Quetelet, ont démontré que les années à crises économiques se distinguent par une diminution notable du nombre des mariages et des naissances.

Il est extrêmement probable que les faits constatés par Dallas sont communs à tous les pays dont le bien-être matériel est subordonné au rendement des récoltes. V. D. L.

— La sismicité, critérium de l'age géologique d'une chaîne ou d'une région. — Sous ce titre notre savant collaborateur, M. le comte F. de Montessus de Ballore, a publié dans les *Comptes rendus* de l'Académie

---

(1) Voir XXIIIe année, p. 412.

(2) *The variation of the population of India compared with the variation of rainfall in the decennium 1891-1901*, by W.-L. Dallas.

des sciences de Paris, une notice que nous nous empressons de reproduire ci-après.

J'ai été autrefois conduit à reconnaître, sur toute la surface du globe, l'influence générale du relief sur la sismicité, comme conséquence des dislocations concomitantes, à la suite d'une remarque très simple, primitivement faite, à savoir que, si l'on considère la coupe de l'Amérique du Sud le long d'un parallèle, on rencontre successivement, de l'ouest à l'est, la haute chaîne des Andes au flanc pacifique aussi raide qu'instable, et la douce pente atlantique qui ignore presque complètement les séismes. Cette relation entre le relief et la sismicité se vérifie partout, en revêtant des formes diverses suivant les circonstances géographiques et géologiques locales.

On pouvait immédiatement aller plus loin et dès lors énoncer une relation avec l'âge géologique des régions considérées, puisque les Andes, de surrection relativement récente, sont très disloquées, tandis que l'Amazonie est une pénéplaine dès longtemps émergée, nivelée et peu dérangée. Cette généralisation aurait été cependant prématurée parce que, par exemple en Europe, la constitution géologique et la répartition de l'instabilité sismique, à des degrés fort divers sont trop complexes pour que la diminution de la sismicité, à mesure que l'on remonte dans le temps, apparaisse clairement sans de minutieuses statistiques.

Mais maintenant on peut donner la consécration du nombre à ce résultat précis de pure observation, qu'une chaîne, un continent, un territoire, sont très généralement d'autant plus stables, sismiquement parlant, qu'ils sont plus anciens, cela sans préjudice d'exceptions locales, mais sans importance sur l'ensemble du phénomène.

Pour l'Europe, on connaît très exactement les épicentres de 69 315 séismes. Ils se distribuent comme il suit, suivant la nature des terrains, en ramenant les nombres à des surfaces égales de ces terrains et en prenant pour base les chiffres donnés par le général Alexis de Tillo (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 246) :

Terrains archéens et primaires	18.3 p. c.
Terrains secondaires	39.4 —
Terrains tertiaires et quaternaires . . .	42.3 —

Les séismes en terrains quaternaires sont d'ailleurs en proportion négligeable La relation énoncée se vérifie donc parfaitement, et le fait que les séismes en terrains secondaires sont seulement un peu moins nombreux que ceux en terrains tertiaires, provient manifestement de l'énormité du temps correspondant aux périodes archéenne et primaire par rapport à la durée des périodes secondaire et tertiaire.

Si l'on considère maintenant les zones de plissement, les résultats sont encore plus frappants :

Zone des plissements calédoniens . . .	0.4 p. c.
Zone des plissements hercyniens. . . .	4.4 —
Zone des plissements alpins	86.4 —
Terrains non plissés	8.6 —

L'influence stabilisatrice de l'ancienneté des plissements et des dislocations apparaît ainsi tout à fait prépondérante. Le reliquat de 8.6 p. c. de séismes en terrains non plissés établit d'une façon d'autant plus probante l'origine très généralement tectonique des séismes que les zones non plissées et peu dérangées comptent, rien que pour la plate-forme russe, pour plus de la moitié de la surface de l'Europe.

Ces conclusions sont évidemment générales, car si elles ne sont encore que simplement probables pour l'Océanie et l'Extrême-Orient, elles paraissent intuitivement valables, en dehors de toute constatation statistique, pour l'Afrique, l'Amérique, le reste de l'Asie et l'Australie, grâce à la simplicité de la constitution géologique de ces derniers territoires. Elles semblent enfin devoir *ipso facto* exclure toute action sismogénique, au moins directe, du noyau terrestre central supposé fluide, par l'impossibilité de pouvoir alors comprendre l'existence de vastes surfaces complètement indemnes de tremblements de terre.

— Le lac bouillant de l'ile Dominique. — Un habitant de l'île Dominique, M. Sterns-Fadelle, donne, dans un petit livre qu'il vient de publier, d'intéressants renseignements sur un curieux phénomène naturel que possède cette île et qui consiste en un lac bouillant. La région où il se trouve est extrêmement aride et difficile d'accès. Ce qui le prouve, c'est que ce phénomène n'est connu que depuis un temps relativement court, alors que l'île tout entière ne compte que 300 milles carrés et qu'elle été colonisée par les Espagnols depuis le XVIIe siècle, cultivée par les Français d'une façon ininterrompue jusqu'à la moitié du XVIIIe siècle, et que depuis lors elle a été exploitée par les Français et les Anglais. La nature a pu longtemps cacher cette curiosité aux yeux des hommes, puisqu'il y a une trentaine d'années personne n'en soupçonnait encore l'existence.

En 1875, une expédition fut organisée pour explorer l'intérieur du pays. Elle était placée sous la direction du Dr Nicholls. Celui-ci nous a laissé une description du « lac bouillant », qu'il a probablement été le premier à contempler.

« Nous escaladâmes les blocs de soufre, dit-il, et nous arrivâmes ainsi au sommet, d'où nous aperçûmes un spectacle admirable. Il semblait que nous étions au bord d'un gouffre effrayant, d'où s'échappaient des masses de fumée

brûlante et de vapeurs asphyxiantes. Des roulements de tonnerre ainsi qu'un gargouillement étrange frappaient nos oreilles, et nous aspirions des gaz délétères. Le spectacle était si singulier, si saisissant et si beau que plusieurs minutes se passèrent avant que nous fussions en état d'échanger nos impressions. Ce qu'il y avait de plus curieux, c'était une sorte de muraille d'eau qui se dressait au milieu; elle avait plusieurs pieds de hauteur et se mouvait dans un cercle d'étendue restreinte.

« Le rivage du lac était découpé en de nombreuses anses et, çà et là, des languettes de terre s'avançaient. Les rives étaient ornées d'une magnifique bande jaune d'or, due aux dépôts de soufre de l'eau. L'agitation de l'eau poussait de petites vagues sur le sable et on pouvait juger par les stries de la bordure jaune que le lac atteignait, à certaines époques, un niveau plus élevé.

« Nous ne pouvions apercevoir le mur central que pendant quelques secondes, car à peine la fumée était-elle rejetée sur le côté, qu'elle était remplacée par une autre bouffée. Un étroit ruisseau tombait à quelque distance de nous dans le lac. L'issue de celui-ci se trouvait de l'autre côté, et nous ne pûmes pas cette fois l'explorer. Nous pûmes cependant observer distinctement une déchirure profonde dans les rochers dont le lac était entouré de toutes parts. »

Ce lac, qui se trouve à une altitude de 2 490 mètres au-dessus du niveau de la mer, a une forme elliptique. Quand il est rempli d'eau, il a environ 60 mètres de longueur et au moins 30 mètres de largeur. Une sonde, descendue à 10 mètres de la rive, n'a pu atteindre le fond à 60 mètres de profondeur.

Deux petits ruisseaux d'eau froide se perdent dans le « lac bouillant ». Quand les eaux du lac sont hautes, elles forment une cataracte qui se jette dans une gorge profonde. L'eau n'est pas toujours en mouvement. A certains moments, elle est tranquille et brille aux rayons du soleil. A d'autres époques, elle s'agite et bouillonne, et se met à tourbillonner au milieu de bruyantes détonations; elle s'élève et s'abaisse en tournoyant et couvre d'écume les rochers qui l'encerclent. Le « lac bouillant » est le centre d'une activité volcanique de la Grande-Soufrière, région qui a environ 5 milles carrés d'étendue; il constitue un des derniers vestiges d'un volcan qui s'éteint (1).

— TRAVAUX DE LA STATION FRANCO-SCANDINAVE DE SONDAGES AÉRIENS (2). — Sous ce titre, M. L. Teisserenc de Bort vient de faire paraître un intéressant ouvrage (3), consacré aux observations effectuées pendant près d'une année à Hald, près de Viborg (Danemark).

---

(1) *Bulletin de la Société d'études coloniales.*

(2) Voir, au sujet de cette station, l'article que nous avons publié dans la 23e année de la Revue, p. 587.

(3) Volume in-4° de 164 pages, avec cartes et planches.

Ces observations, prises dans l'air libre, à l'aide de cerfs-volants et de ballons-sondes, s'étendent de fin juillet 1902 à mai 1903.

Pendant d'assez longues périodes, on a maintenu les cerfs-volants en l'air d'une façon continue. La plus longue série a été de 26 heures 30 minutes, les 5 et 6 mars.

On sait que le choix des environs de Viborg avait été déterminé par cette raison qu'un grand nombre de dépressions se croisent sur le Jutland danois, ainsi que les cartes dressées à cet effet par l'Institut météorologique de Copenhague l'ont fait voir.

Rappelons que la station est installée au milieu d'un vaste terrain de bruyères parfaitement découvert, qu'un grand propriétaire, M. Jagdemeister-Krabbe, a bien voulu mettre à la disposition de M. Teisserenc de Bort. Un abri pouvant s'orienter dans toutes les directions, et analogue à celui de Trappes, renferme le treuil électrique des cerfs-volants, et porte à son sommet un anémomètre enregistreur.

Outre les observations météorologiques proprement dites, des séries de déterminations de l'intensité de l'insolation ont été faites au moyen du pyrhéliomètre d'Angstrom.

Sans entrer ici dans la discussion complète de ces diverses observations, nous signalerons quelques points particuliers qui résultent de cette discussion.

Les dépressions barométriques, de faible rayon, qui passent sur le Jutland s'annoncent ordinairement par un retour du vent inférieur au sud, ce mouvement se produisant sans que les courants supérieurs en soient affectés. La rotation du vent commence ainsi par en bas pour se montrer ensuite dans la région des cumulus et des alto-cumulus.

Les températures indiquées par les ballons-sondes ne sont pas notablement plus basses dans la mauvaise saison que celles que l'on observe dans les environs de Paris; mais nous devons signaler la décroissance de température très grande (0°9 pour 100^{m}) indiquée par le ballon du 15 mars 1903 qui, à une altitude de 4 400^{m}, trouvait une température de —38°, alors qu'un ballon, lancé le même jour des environs de Paris, indiquait seulement —17°. L'avant-veille, à la même hauteur, la température était voisine de —16° à Paris et à Hald. Les températures au sol n'ont varié entre ces deux jours que de 2°, pendant qu'elles se sont abaissées de plus de 22° dans l'atmosphère. C'est un exemple frappant de ce fait reconnu depuis peu, que la variabilité du climat est plus grande à une certaine hauteur dans l'atmosphère que près du sol.

Les observations par cerfs-volants ont permis de constater que, dans un grand nombre de cas, même avec des pressions assez basses, les vents de sud-ouest à nord-ouest diminuent de vitesse à une certaine altitude au-dessus du sol; tantôt l'affaiblissement a été graduel à mesure que l'altitude augmentait, tantôt le vent restait assez fort, s'accroissait même dans certaines zones, sur-

tout au voisinage de la couche de nuages, pour diminuer brusquement au-dessus, au point que les cerfs-volants dans leur mouvement ascensionnel étaient arrêtés par une couche de vent faible comme par un plafond invisible.

En observant la variation de la vitesse dans le temps, on a pu constater à plusieurs reprises qu'à un accroissement de vent notable, menaçant de rompre la ligne de retenue des cerfs-volants, succède une accalmie assez marquée pour que les cerfs-volants ne puissent plus se soutenir et tombent sur le sol, avec toute la ligne, d'une hauteur de plus de 1 000^m.

Ces faits, et d'autres, observés par M. Teisserenc de Bort à Trappes et sur la Méditerranée, prouvent combien il serait illusoire de raisonner sur les phénomènes de l'atmosphère comme s'ils étaient continus dans le temps et dans l'espace; les cas qui se rapprochent d'un régime permanent sont au contraire rares et limités à certaines situations atmosphériques.

— TRACES CURIEUSES DE DÉCHARGES D'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE SUR CERTAINS ARBRES. — Depuis quelques années l'attention des sylviculteurs bavarois a été attirée sur un phénomène pathologique présenté par certains conifères, notamment par ceux placés isolément dans les endroits bien découverts. A un moment donné on voit les branches supérieures de ces arbres se dessécher et mourir. Les parties mortes sont toujours au stade hivernal, de sorte que la cause morbide doit agir en hiver.

De prime abord on avait attribué ces accidents, désignés sous le terme de *Gipfeldürre*, à l'action de certains insectes, notamment des *Bostrychus* (1). Le professeur de pathologie végétale von Tubeuf était au contraire d'avis qu'ils résultaient de décharges d'électricité atmosphérique (2). Cette hypothèse est admissible, attendu que des orages éclatent parfois en hiver, mais il semble probable que dans le cas présent le dessèchement du sommet de l'arbre résulte non de l'éclair ordinaire, qui produit plutôt une action brisante, mais d'un éclair moins intense, s'étendant sur une plus grande partie de l'atmosphère et que les météorologistes allemands nomment *Flächenblitz* (3).

Ces éclairs, intermédiaires entre l'éclair ordinaire et le feu Saint-Elme sont, paraît-il, fréquents en hiver et se produiraient à la place de l'éclair linéaire chaque fois que le milieu diélectrique offre une résistance moindre. Telle est du moins l'opinion émise par S Günther dans son *Traité de Géophysique*.

(1) Voir un article du Dr A. Möller dans le *Zeitschrift fur Forst -und Jagdwesen*. Cet auteur rejette absolument l'hypothèse d'une action électrique.

(2) « Ueber die pathologische Wirkung kunstlich erzeugten elektrischer Funkenströme auf Leben und Gesundheit der Nadelhölzer » (*Naturwiss. Zeitschr. fur Land- und Forstwirtschaft, 1903*).

(3) Le *Bulletin* de la Société centrale forestière de Belgique a consacré deux articles intéressants à cette question des « traces d'éclair » sur certains arbres (nos de juin et d'août 1903), d'après les observations de von Tubeuf et de A. Möller.

Restait à démontrer que des décharges électriques faibles mais nombreuses affectent réellement les arbres. C'est ce que vient d'établir le professeur von Tubeuf à l'appui de son hypothèse. Il a exposé pendant quelques secondes de jeunes conifères à une véritable pluie d'étincelles électriques faibles mais répétées. Au bout de quelques semaines, l'influence de cette opération devint nettement visible, car tous les sujets mis en expérience avaient leur couronne desséchée. Le développement de leurs bourgeons s'était en outre arrêté. Ils portaient aussi des lésions internes, notamment dans le cambium. Le résultat de cette expérience corrobore donc l'idée de von Tubeuf, et il semble probable que les décharges d'électricité atmosphérique peuvent être nuisibles aux arbres, même quand elles ne prennent pas la forme de l'éclair ordinaire. Il serait fort intéressant de savoir sous quelle forme ces décharges électriques se produisent dans la nature.

Chose curieuse, le phénomène décrit ci-dessus n'a, jusqu'à ce jour, été observé que chez les résineux. De plus, on ne l'a pas signalé, que nous sachions, ailleurs qu'en Bavière. V. D. L.

— L'ACCUMULATION DE LA CHALEUR SOLAIRE DANS DIVERS FLUIDES, NOTAMMENT DANS LES LACS AMERS. — M. Alexandre de Kaleczinsky a fait, le 14 décembre 1903, à la 3e section de l'Académie des sciences de Hongrie, une communication sur « l'accumulation de la chaleur du Soleil dans divers fluides ».

Dès 1901 il avait démontré : 1° que la chaleur observée dans les couches profondes du lac salé de Szovàta, en Hongrie (Transylvanie, comté de Maros Torda), est exclusivement d'origine solaire; 2° qu'une masse d'eau salée, naturelle ou artificielle, ne se réchauffe que s'il y a, à la surface, une couche d'eau douce ou tout au moins une nappe beaucoup plus diluée que les eaux profondes; 3° que les lacs salés sont de véritables accumulateurs de chaleur. En effet, le lac Szováta accumule une quantité de chaleur solaire pouvant dépasser 70° C., et la conserve longtemps; même en hiver, sous une couverture de glace, l'eau du lac ne descend pas au-dessous de 30° C.

En 1902 M. de Kaleczinsky a étudié l'eau salée du Korond, dont la composition chimique diffère de celle du Szováta; il a retrouvé la même loi empirique. Tout dernièrement il a fait des expériences avec des solutions salines. Des tonneaux enfouis dans le sol jusqu'au bord reçurent chacun une solution aqueuse saturée d'un des sels suivants : sulfate de magnésie (SO^4Mg), carbonate de soude (CO^3Na^2), sulfate de soude (SO^4Na^2), chlorhydrate d'ammoniaque (AzH^4Cl). Puis, on versa sur ces liquides une couche d'eau douce de 10 centimètres d'épaisseur. Un tonneau rempli d'eau douce servait de témoin. Dans ce dernier, l'eau chauffée par les rayons du Soleil est toujours la plus chaude à la surface et ne dépasse jamais le maximum de 30° C.; sa température diminue avec la profondeur. Avec les solutions salines la stratification thermique s'est montrée toute différente; ici la température la plus

élevée ne se rencontre jamais à la surface, mais dans la profondeur, comme dans le lac de Szováta.

M. de Kaleczinsky a également mis dans un tonneau de l'eau douce et, par-dessus, une couche de pétrole ou d'huile d'olive. Dans ces conditions, l'eau surmontée de l'un de ces liquides moins denses s'échauffe davantage que l'eau douce seule et le réchauffement est plus rapide que dans les solutions salines.

Après sa première publication, M. de Kaleczinsky a reçu de nombreuses lettres de l'étranger, lui indiquant qu'il existe ailleurs des lacs salés analogues à celui de Szováta, mais avec un degré (de salure?) moindre. En Valachie, le professeur L. Mrazec a retrouvé des lacs de même nature; en Norvège, les lagunes chaudes des rivages maritimes sont comparables au lac de Szováta et servent à l'ostréiculture. La loi thermique découverte par M. de Kaleczinsky a même été observée dans les lacs salés des steppes de la Sibérie occidentale. En Transylvanie de nombreux lacs salés offrent la même stratification thermique que celui de Szováta.

M. de Kaleczinsky pense qu'il y a eu également aux périodes géologiques anciennes de pareils lacs salés chauds, et il regarde les différents sels qu'on recueille dans les mines comme des sortes de thermomètres géologiques. D'après lui, les anneaux d'anhydrite bien connus dans les mines de sel ont dû se former en été, sous une température plus élevée, tandis que le dépôt du chlorure de sodium a pu s'effectuer sous la température plus basse de l'hiver.

La loi découverte par M. de Kaleczinsky a une grande importance au point de vue de la géographie physique. Il serait très intéressant de reviser tout ce que l'on sait sur les hautes températures observées au fond des mers resserrées, c'est-à-dire de la Méditerranée et des bassins de l'Australasie. La présence d'une couche superficielle moins salée que l'eau profonde a déjà été constatée dans toutes ces régions. L'eau douce des fleuves qui se jettent dans la Méditerranée, les courants qui arrivent par le détroit de Gibraltar, les Dardanelles et le Bosphore, les pluies équatoriales que reçoit l'océan Pacifique, telles sont les causes qui étalent sans cesse à la surface de ces bassins une couche d'eau bien moins salée et moins dense que l'eau profonde, en même temps que la température s'élève dans la profondeur (1).

— BIBLIOGRAPHIE. — *Astronomie des Dames*, par C. FLAMMARION. Paris, (1903); vol. in-12 de 380 pages, illustré de 86 figures.

« La première idée qui m'est venue à l'esprit, lorsque l'invitation m'a été adressée d'écrire une petite « Astronomie pour les Dames, » a été plutôt défavorable à l'exécution de ce projet », rapporte M. Flammarion dans l'In-

(1) L. DE LÓCZY, dans *La Géographie*, n° 1 de 1904.

troduction à son livre. Pourquoi « pour les Dames » ?... Est-ce que, pour être compris d'elles, il faut parler un autre langage que pour être compris des hommes ? »

Mais la réflexion modifia l'idée première de M. Flammarion, et voici quelles pensées l'amenèrent à ce revirement :

« Quelle est la femme, quelle est la jeune fille qui pourrait rester insensible devant ce magique spectacle du ciel étoilé? Quelle est celle dont l'âme ne s'est jamais envolée vers ces énigmes? Oui, mieux que l'homme, plus occupé, plus affairé, plus matériel, moins sensitif, moins idéal, moins rêveur, l'être féminin est fait pour admirer ce spectacle et pour le comprendre, et très heureusement préparé, par la finesse de son organisation même, à recevoir ces révélations d'en haut.

« On peut donc reconnaître qu'il n'est pas illogique de chercher à peindre un petit tableau astronomique spécialement pour la femme et composé pour elle. Elle le mérite. Ses aptitudes la prédisposent à ces contemplations et à ces études. Et le rôle qu'elle est appelée à jouer dans la vie, par l'éducation des enfants, est si noble et si important que, vraiment, il ne serait pas mauvais de voir les notions astronomiques élémentaires enseignées, par la jeune mère elle-même, aux âmes naissantes ouvertes à toutes les curiosités et dont les premières impressions sont si vives et si durables. D'ailleurs, un grand nombre de femmes se sont occupées d'astronomie avec succès, non seulement au point de vue contemplatif et descriptif, mais encore au point de vue mathématique. »

Et voilà comment M. Flammarion s'est décidé à écrire l'*Astronomie des Dames*, dont il expose le plan comme suit :

« Ces causeries, dont le programme est de résumer, en douze leçons, ce que l'astronomie contient d'essentiel, ne sont pas destinées à faire de nos lectrices des astronomes ou des mathématiciennes... Elles ont pour but de leur présenter une image de la constitution de l'Univers, de sa grandeur, de sa beauté, afin qu'en vivant sur cette Terre, elles sachent où elles habitent, se rendent compte de notre situation dans l'ensemble des choses, apprécient la création telle qu'elle est et en jouissent davantage. Ce Soleil qui nous fait vivre, ces saisons, cette succession des mois et des années, des jours et des nuits, ces mouvements apparents des cieux, ces nuits étoilées, ces divins clairs de Lune, tout cet ensemble de choses constitue, en quelque sorte, le tissu de notre existence, et il est vraiment extraordinaire que les habitants de notre planète aient presque tous vécu, jusqu'ici, sans savoir où ils sont et sans se douter des merveilles de l'Univers. »

Nous n'avons pas besoin de dire que ce programme se trouve réalisé avec l'admirable talent de vulgarisation dont le savant auteur a déjà donné tant de preuves.

Le Nil, ses tributaires, son régime, ses crues annuelles.

Depuis les temps les plus reculés, le phénomène des crues annuelles du Nil a frappé vivement l'esprit des hommes, qui en ont cherché l'explication; dès la plus haute antiquité, des expéditions ont été envoyées à la découverte de la source du puissant fleuve. Déjà sous les Pharaons, de grands travaux — dont il est demeuré des traces — furent exécutés en vue de tirer le meilleur parti possible de cette particularité du fleuve : on a trouvé d'anciens nilomètres permettant d'évaluer la hauteur des eaux dans le pays et de faire des observations comparatives.

L'irrigation à l'aide des eaux provenant des inondations permettait aux Égyptiens de faire une récolte annuellement. Ce système a fait place à une irrigation continue et permanente, partout où il y a assez d'eau, c'est-à-dire partout où ont pu être établis de grands réservoirs utilisés aux périodes de faible débit d'eau. Il est vraisemblable qu'à l'époque de Joseph, le lac Mœris était employé dans ce but comme un immense réservoir; des travaux très compliqués furent exécutés, en effet, à sa jonction avec le Nil, afin de le défendre contre des ennemis qui, devenus maîtres du pays voisin, auraient pu priver d'eau la basse Égypte.

Le Nil est, pour l'Égypte, d'une importance primordiale: il constitue l'artère qui, seule, la féconde et y sème la vie. Il ne pleut guère, en effet, en Égypte, et pour tous ses besoins d'eau le pays dépend absolument de son fleuve, lequel a sa source dans des régions à pluies abondantes et pour ainsi dire continuelles.

La carte du bassin du Nil présente cinq grandes régions:

1. L'aire équatoriale, ou des pluies constantes;

2. La riverine, pluies torrentielles en été seulement;
3. La région abyssinienne, pluies torrentielles en été seulement;
4. Le désert, sans pluie;
5. Le delta, avec pluie fine, peu importante, en hiver.

De la première de ces zones descend un flux d'eau continu, auquel les grands lacs de la région servent de régulateurs. C'est l'excès d'eau dans les deuxième et troisième zones qui vaut à l'Égypte les inondations, atténuées (notamment en ce qui concerne le Nil Blanc) par les lacs temporaires formés par le surcroît d'eau inondant les terres basses, et disparaissant ensuite en grande partie par l'effet de l'évaporation.

La source précise du Nil (c'est-à-dire la source unique, distincte, bien définie, d'où s'écoule le plus long de ses tributaires) n'est pas déterminée; mais ce que l'on sait positivement, c'est qu'elle se trouve dans les montagnes situées entre les lacs Tanganika, Kivu et Victoria, par 2 à 4 degrés de latitude Sud, et 30 à 31 degrés de longitude Est, et à une altitude d'environ 6 300 pieds (1).

LE LAC VICTORIA.

La *première section ou branche du Nil* est la Kagera, le seul cours d'eau considérable se déversant dans le lac Victoria. Sa longueur est d'environ 400 milles; sa largeur à l'embouchure, pendant la saison sèche, est de 246 pieds, et sa profondeur moyenne de 50 pieds; la largeur et la profondeur atteignent respectivement 426 pieds et

(1) Afin de conserver aux données numériques nombreuses citées dans le texte original (anglais) de cet article toute la précision qu'elles comportent, nous ne les avons pas traduites en mesures métriques, mais nous rappellerons que le pouce = 0m025; le pied = 0m305; le mille = 1 609m3; le mille carré = 2kil.2590; le pied cube = 28déc.3372.

(*Note de la Réd.*)

de 98 à 130 pieds lors des crues ou inondations, lesquelles durent de novembre à juillet (inclus); son débit quotidien a été évalué par Chélu, dans son livre sur *Le Nil, le Soudan et l'Égypte*, à 400 (1) millions de mètres cubes, soit plus de 163 000 mètres cubes par seconde! Ce chiffre doit être fortement exagéré, Stanley ayant évalué le débit des Ripon-Falls à un tiers au-dessus de celui de la Kagera ; or, leur débit maximum n'est que de 35 000 pieds cubes par seconde. La Kagera n'est que partiellement navigable; des rapides y entravent la navigation.

Les autres rivières principales alimentant le Victoria Nyanza sont le Kibale, le Katonga et le Nzoia, en territoire anglais, et le Lohugati, l'Isanga, l'Usenja, le Simiju et la Ruwana, dans la partie allemande de l'Afrique orientale. Toutefois, aucun de ces cours d'eau n'est comparable à la Kagera comme dimensions et comme rendement.

Le *lac Victoria Nyanza*, qui constitue à la fois le plus grand réservoir du Nil et la masse d'eau douce la plus considérable de l'ancien monde, est situé à 3 775 pieds au-dessus du niveau de la mer ; mais il est aujourd'hui acquis que, à une époque géologique relativement récente, le niveau du lac a été plus élevé de 40 pieds. D'après les observations relevées par la mission française de l'Uganda, et pour autant qu'elles soient dignes de foi, le niveau du lac aurait été, en 1881, supérieur de 8 pieds à ce qu'il était en 1898. Il convient de dire qu'un doute existe au sujet de la précision des relevés de 1881.

Ce qui est certain — le fait est d'observation actuelle et constante, — c'est que le niveau du lac monte ou baisse légèrement suivant les saisons, c'est-à-dire suivant les pluies. Des jauges ont été établies à la rive septentrionale, à Port-Alice (Ntebe) au nord-nord-ouest, à Port-Victoria

(1) Il faut lire évidemment 40, au lieu de 400.

(Ugowe) au nord-est, et à Fort-Thruston (Lubwa's), près de l'issue du lac ; des données régulières y ont été enregistrées depuis janvier 1896 jusqu'en 1900 (il y a eu une interruption de treize mois, d'août 1897 à août 1898 inclus). Le niveau moyen du lac durant la première année étant pris pour point de départ ou o, voici le tableau des niveaux mensuels moyens, en pouces, du Victoria Nyanza :

	Port-Alice.	Port-Victoria.	Port-Thruston.
Janvier	+ 0.4	— 0.2	— 4.9
Février	0.0	— 0.7	— 5.4
Mars.	— 0.4	— 1.4	— 5.8
Avril	+ 0.4	+ 0.8	— 4.8
Mai	+ 1.8	+ 1.6	— 2.9
Juin	+ 2.2	+ 1.9	— 2.4
Juillet	+ 1.6	— 1.6	— 4.5
Août	— 1.1	— 5.6	— 10.5
Septembre . . .	— 3.5	— 3.8	— 10.3
Octobre	— 7.1	— 7.3	— 13.8
Novembre . . .	— 7.2	— 6.6	— 13.9
Décembre. . . .	— 5.6	— 4.6	— 12.3
Pour l'année. .	— 1.5	— 2.3	— 7.6

De 1896 à 1900, l'écart entre les chiffres les plus élevés et les chiffres les plus bas a été à Port-Alice de 26 pouces, à Port-Victoria de 23 pouces et à Fort-Thruston de 35 pouces; cette dernière station est affectée par le vent et par son emplacement au point d'écoulement du lac.

Le lac couvre une superficie de 27 000 milles carrés; sa profondeur est d'environ 600 pieds dans la majeure partie de son étendue; ses rives sont très échancrées et présentent de nombreux groupes d'îlots vers le nord-ouest et vers le sud. Il reçoit les eaux pluviales d'un territoire de 154 000 milles carrés. On conçoit que, sous un soleil tropical, l'évaporation soit considérable, voire énorme, à la surface d'une nappe d'eau d'une telle dimension. On a observé les pluies

les plus fortes de mars à mai, et les moindres d'octobre à décembre.

LE NIL SOMERSET.

L'excédent des eaux du lac s'écoule vers le nord par-dessus la barrière rocheuse des Ripon-Falls, haute de 17 pieds et d'une largeur de 900 pieds, coupée par des îlots boisés. La décharge moyenne est de 30 000 pieds cubes par seconde.

La *seconde section*, le Somerset ou Nil Victoria, coule rapidement vers le nord-ouest jusqu'à Kakoge, et lentement depuis ce point, où la navigation devient possible; bientôt il s'étend, formant les lacs Kioga-Kwania, et reçoit comme tributaires le Lugogo et le Kafu; puis il se dirige vers le nord jusqu'à Foweira (720 milles), où la navigation cesse; là, le fleuve tourne vers l'ouest et, le courant s'accélérant, se précipite en formant les chutes du Murchison (140 pieds), et, un peu plus loin, entre par l'extrémité nord dans le lac Albert, à Magungo (795 milles).

Ce lac est à 2 170 pieds au-dessus du niveau de la mer et couvre 1 700 milles carrés. Son affluent principal est la Semliki (longueur 130 milles), qui draine le lac Albert-Édouard, situé à 1 100 pieds plus haut et mesurant 1 540 milles carrés. Le massif du Ruwenzori se dresse entre ces deux lacs. La Semliki, qui contourne son versant occidental, a ses sources du côté nord des monts Virunga, qui forment la ligne de faîte entre cette seconde branche du Nil et le Congo.

La quantité moyenne des pluies de cette région est de 40 à 60 pouces, également réparties durant toute l'année; elle atteint très probablement 80 pouces sur le Ruwenzori. Avril et mai sont les mois les plus pluvieux. Le débit moyen du Nil à la sortie du lac Albert est de 30 000 pieds cubes par seconde.

LE NIL BAHR-EL-GEBEL.

Le fleuve poursuit sa course sous le nom de Bahr-el-Gebel — ce qui signifie « le fleuve de la montagne » — avec une largeur de 5 milles, jusqu'au delà de Wadelai (830 milles), où il se rétrécit brusquement. Ici les pluies sont pour ainsi dire continues, moins fortes toutefois en hiver. En face de Dufilé (904 milles), il rencontre le Jeifi. Nimulé (910 milles) se trouve sur la rive septentrionale de l'Unyama, à son confluent.

Plusieurs tributaires de moindre importance se déversent dans l'artère maîtresse en cette partie de son cours; le principal d'entre eux est l'Asua, à droite, qui, d'avril à novembre, déverse une immense quantité d'eau. Ici commencent les courants rapides, rendant le fleuve innavigable en toute saison; il y a des chutes (290 pieds) jusqu'à Bedden (Fort-Berkeley) — 947 milles — où la navigation reprend et n'est plus interrompue, grâce à des travaux de dragage, jusqu'à Khartum.

Lado (1 012 milles) est à 1 500 pieds au-dessus de la mer. Les hivers y sont secs et les pluies y atteignent leur maximum en juillet. La profondeur du fleuve est de 6 à 7 pieds en hiver, de 14 à 15 pieds lors des crues. Le lit est resserré. La crue commence vers la mi-avril pour atteindre son maximum vers la fin août.

A Bor (1 126 milles) commence la région des marécages, ou du *sedd*, mixture de terre et de matières végétales en putréfaction (notamment de racines de papyrus), laquelle devient de la tourbe et prend alors une consistance telle qu'elle peut supporter l'homme et même l'éléphant. On en voit des couches de 15 à 20 pieds d'épaisseur, forçant le fleuve à se détourner ou à se frayer passage en dessous. Le fleuve n'a pas de rives en cette région et plus de la moitié de l'eau de crue ou d'inondation est perdue sur le

parcours de 380 milles entre Bor et le lac No, soit par les débordements, soit par l'évaporation, soit dans le *sedd*. Tout porte à croire qu'il y avait là naguère un grand lac peu profond (200 milles carrés), dont le petit lac No n'est que le souvenir.

A 1 258 milles, le Bahr-el-Zaraf se sépare du Nil, pour le rejoindre en aval du lac No, après avoir parcouru séparément 250 milles. Cette branche enlève plus ou moins d'eau au Nil, selon l'état du *sedd;* c'est ainsi qu'en 1898, alors que, durant la révolte du Mahdi, le *sedd* avait pu pousser librement, le Bahr-el-Zaraf est devenu plus puissant que les Bahr-el-Gebel et Gazal réunis. La navigation n'a pu y être complètement rétablie avant 1901. Le Bahr-el-Zaraf ayant de hautes rives, il n'y a pas de déperdition d'eau à l'époque des crues. Celles-ci y ont, en 1899, haussé le niveau d'eau de 8 pieds comparativement au niveau d'été.

LE NIL BLANC.

Au lac No (1 507 milles), dont la superficie varie entre 20 et 40 milles carrés suivant les crues des eaux du Nil, le Bahr-el-Gazal et ses nombreux affluents joignent leurs eaux à celles du Bahr-el-Gebel pour former le Nil Blanc. Le Bahr-el-Zaraf rejoint celui-ci à 48 milles en aval du lac No.

Toutes ces branches ou tributaires du grand fleuve n'ont pas de rives, et leurs eaux, aux temps de crue, couvrent souvent les marécages environnants, de sorte que leur niveau ne s'élève guère que de 3 à 4 pieds au plus; une vaste étendue de territoire se trouve néanmoins arrosée et fécondée, tout ce district n'étant en quelque sorte qu'un vaste réservoir temporaire. Le niveau de crue maximum est atteint en novembre et décembre; c'est en mars que se produit l'étiage, les parties les plus basses formant des

étangs et d'étroits canaux à travers d'épaisses masses limoneuses.

Le Sobat (1 586 milles), affluent très important, draine une portion considérable du plateau de l'Abyssinie méridionale. Ses rives étant hautes, il ne déborde pas; l'inclinaison de son lit étant forte, il charrie à certaines époques de grandes masses d'eau, presque équivalentes à celles des grands lacs; son influence sur le débit du Nil Blanc est grande. Il est formé de deux branches principales : 1° le *Baro*, qui naît à une altitude de 6 000 à 7 000 pieds dans les montagnes de l'Abyssinie du Sud, coule vers l'ouest, en descendant de 3 000 pieds sur les 45 premiers milles de son parcours, et devient navigable dans la plaine; 2° le *Pibor*, qui vient du sud. Lors des crues (de juin à septembre), sa profondeur, qui est en moyenne de 20 pieds, augmente de 11 à 13 pieds. Dans la vallée du Sobat, les pluies persistent jusqu'en novembre.

Chose curieuse : à cet endroit, le débit moyen du Nil Blanc n'est pas plus considérable qu'à Lado, malgré les tributaires qu'il a reçus et les violentes pluies de la région; c'est que la perte par inondation et par évaporation est immense.

A partir du confluent du Sobat, le Nil Blanc se dirige vers le nord; jusqu'à Khartum (2 113 milles) il ne reçoit aucun affluent de quelque importance. Depuis son premier grand réservoir (Victoria Nyanza), le fleuve a parcouru 1 570 milles, et son niveau est descendu de 2 530 pieds, l'inclinaison moyenne du lit étant de 1 pied 7 pouces par mille. Ici la crue commence vers le 20 mai et, s'accentuant graduellement, atteint son maximum vers la mi-septembre; son débit est alors de 159 000 pieds cubes par seconde, soit deux fois et demi son débit moyen. C'est à Khartum que le Nil Bleu s'unit au Nil Blanc pour former le Nil proprement dit.

LE NIL BLEU.

Le rôle du Nil Bleu et de son tributaire l'Atbara est très important : ces deux cours d'eau constituent la cause principale de l'inondation annuelle, et sont, par conséquent, la source de la prodigieuse fertilité de l'Égypte; ils ont amené ce riche limon qui, à travers les âges, a formé le delta et s'étend sur le pays, des deux côtés du fleuve, dans la basse Égypte. Ils sont torrentiels et sujets à des crues subites, entraînant tout. Le Nil Blanc, dont le cours est plus régulier, à cause des grands lacs réservoirs régulateurs, empêche la portion inférieure du fleuve de se trouver à sec en été.

Le Nil Bleu prend sa source dans le mont Sagada et rejoint le lac Tsana, lequel occupe le fond d'une forte dépression (3 000 pieds au-dessous du niveau moyen du plateau) du massif abyssinien et couvre 1 160 milles carrés; sa profondeur est de 250 pieds (à certains endroits on n'a pas trouvé le fond à 650 pieds) et son niveau ne varie guère : l'écart est d'environ 3 pieds. Le fleuve sort du lac par le sud-est pour prendre, après avoir fait une grande courbe, la direction du nord-ouest jusqu'à Khartum. Il reçoit du sud le Yabus et le Tumet, et, plus loin, à droite, le Dinder, à cours continu, et le Rahad, qui n'a d'eau qu'en été.

Les petits bateaux peuvent aller jusqu'aux rapides de Rosaires (435 milles au-dessus de Khartum); pendant la période des hautes eaux, il est navigable pour les grands steamers fluviaux. Les rives sont hautes : 26 à 30 pieds au-dessus du niveau d'été; néanmoins, lorsque les eaux gonflent, elles arrivent pour ainsi dire jusqu'aux bords. Du Tsana à Khartum, la distance est de 840 milles; l'inclinaison moyenne est de 5 pieds 6 pouces par mille, soit 3 $^1/_2$ fois celle du Nil Blanc depuis le Victoria Nyanza.

Le Nil Bleu est en crue dès les premiers jours (le 5) de juin, pour atteindre son maximum vers le 25 août, donc

vingt-cinq jours avant le Nil Blanc, et le maximum simultané se produit vers le 5 septembre, donnant un débit de 280 000 pieds cubes par seconde. Le débit de la période d'eaux basses est faible (5 600 pieds cubes par seconde), mais lorsque l'ardent soleil d'été fait fondre les neiges des montagnes d'Abyssinie et que les pluies torrentielles et continues enflent les cours d'eau, le volume d'eau croît démesurément, atteignant 194 000 pieds cubes par seconde. Ce sont ces torrents qui apportent à l'Égypte la terre d'alluvion qui fait sa richesse.

Un « bon » Nil Bleu, comme on dit là-bas, amène un maximum hâtif du Nil proprement dit, tandis qu'un maximum tardif résulte d'un « bon » Nil Blanc.

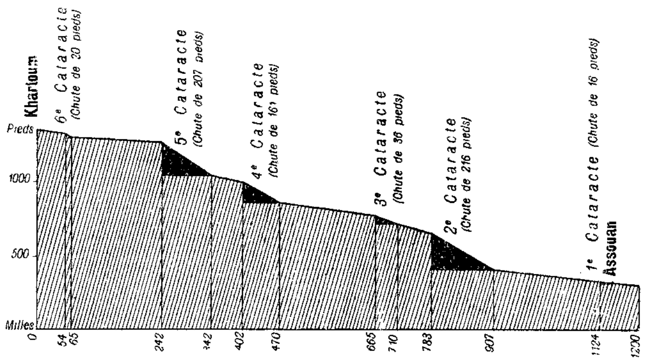
L'ATBARA.

A 200 milles au nord de Khartum, au delà de la sixième cataracte, le Nil est rejoint à droite par l'Atbara ou Nil Noir. Ce cours d'eau, ou plutôt son affluent principal le Takazzé, qui constitue en réalité la véritable grande artère, vient des terres hautes du Simen (7 000 pieds), et, lors des crues, il se précipite violemment à travers un étroit passage, détruisant tout sur sa route; de là son nom : « le Terrible ». L'Atbara supérieur, formé de l'Angreb, du Salaam, de l'Aradeb et du Koang, s'unit au Takazzé à 400 milles de la source de ce dernier, et le fleuve ainsi formé garde le nom de la moindre branche.

Plus bas, le Gaas vient le grossir encore, à droite. Le Takassé a une longueur de 800 milles; son inclinaison moyenne est de 8 pieds 3 pouces par mille, soit cinq fois plus forte que celle du Nil Blanc. Il n'est en hausse qu'à partir du 5 juillet, ayant perdu un mois à emplir son lit desséché et à saturer le désert; les eaux atteignent leur maximum vers le 20 août (124 000 pieds cubes par seconde); la baisse se produit vite, si bien que, vers la fin d'octobre, le lit se trouve de nouveau presque à sec.

LES SIX CATARACTES DU NIL INFÉRIEUR.

De Khartum à Assouan la navigation du fleuve est interrompue par six cataractes. En voici le profil :



Les cataractes du Nil, de Khartum à Assouan.

A la 6e cataracte,	le fleuve tombe	de 20	pieds	en 11	milles.
5e —	—	de 207	—	en 100	—
4e —	—	de 161	—	en 68	—
3e —	—	de 36	—	en 45	—
2e —	—	de 216	—	en 124	—
1re —	—	de 16	—	en 3	—

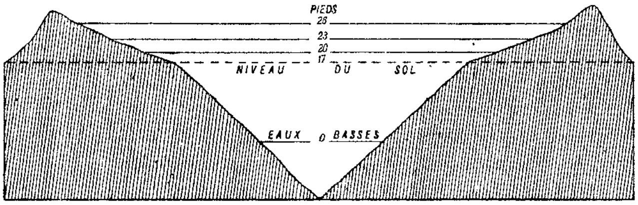
Chute totale de 656 pieds sur 351 milles.

C'est au front de la première (3 234 milles) qu'a été construit le fameux barrage à écluses, dans le but de garder l'excédent d'eau durant l'hiver, quand la crue est passée, pour le lâcher en été, alors que le besoin s'en fait sentir, avant l'arrivée des crues nouvelles. Ce môle ou barrage (65 $^1/_2$ pieds, qui pourraient être, dans l'état actuel des fondations, portés à 85 pieds) a été si souvent décrit que nous n'en parlerons pas davantage aujourd'hui.

L'île de Philæ (Temples), sise précisément au-dessus du dit môle, est régulièrement submergée; aussi les constructions qui s'y élèvent doivent-elles être fortement étançonnées.

Le réservoir commence à se remplir au mois de décembre de chaque année; il est en février au niveau voulu et on l'y maintient jusqu'en mai. Toutes les écluses du barrage sont ouvertes pendant la période des crues. Le réservoir se trouve vide au commencement de juillet.

Ci-dessous une coupe ou profil du Nil entre Assouan et le Caire :



Un nilomètre, remontant à l'antiquité, est établi dans l'îlot de Rodah, situé dans le fleuve en face du Caire (3 824 milles). Il consiste en une colonne de marbre graduée, élevée au milieu d'un puits carré communiquant avec le Nil par un conduit. Mais la graduation étant assez imprécise, les subdivisions étant de dimensions inégales et l'unité de graduation (*pic*) n'étant pas uniforme, les observateurs ne l'utilisent pas facilement.

LES NIVEAUX DU NIL.

Le tableau ci-après indique les maxima annuels relevés par la jauge de Rodah, pour une période de soixante années (1841-1900), et les minima pour une période de vingt-huit années.

MAXIMUM.					MINIMUM.		
Années.	Pieds.	Années.	Pieds.	Date.	Années.	Pieds.	Date.
1841	25.0	1871	24.20	»	»	»	»
1842	25.2	1872	25.20	»	»	»	»
1843	22.0	1873	20.74	9 sept.	1873	13.1	14 juin.
1844	21.6	1874	28.60	27 —	1874	1.18	13 —

MAXIMUM.					MINIMUM.		
Années.	Pieds.	Années.	Pieds.	Date.	Années.	Pieds.	Date.
1845	20.8	1875	25.46	19 sept.	1875	1.61	17 juin.
1846	24.8	1876	26.71	27 —	1876	1.84	23 —
1847	23.3	1877	17.72	27 aout.	1877	1.90	14 —
1848	25.0	1878	27.50	30 sept.	1878	0.66	22 —
1849	25.3	1879	26.41	30 —	1879	6.43	4 —
1850	21.2	1880	21.78	16 —	1880	3.71	18 —
1851	25.5	1881	25.69	13 oct.	1881	1.48	24 —
1852	20.8	1882	21.53	1 sept.	1882	0.13	3 juillet.
1853	25.5	1883	25.69	11 oct.	1883	0.95	30 juin.
1854	24.8	1884	25.27	25 —	1884	3.71	8 juillet.
1855	20.3	1885	23.36	17 —	1885	3.35	7 juin.
1856	25.5	1886	22.57	3 —	1886	3.71	12 —
1857	21.3	1887	27.50	25 sept.	1887	3.48	15 —
1858	21.0	1888	19.03	15 —	1888	3.12	15 —
1859	20.8	1889	23.52	8 oct.	1889	2.99	30 —
1860	25.2	1890	24.77	29 sept.	1890	2.89	14 —
1861	26.2	1891	23.52	15 oct.	1891	5.25	2 —
1862	23.2	1892	27.50	5 —	1892	4.05	30 —
1863	26.6	1893	23.42	27 —	1893	5.48	5 —
1864	19.6	1894	27.13	27 —	1894	5.15	17 mai.
1865	23.1	1895	23.75	21 —	1895	6.27	20 —
1866	27.4	1896	24.87	28 sept.	1896	5.41	20 juin.
1867	21.2	1897	22.51	22 oct.	1897	5.54	1 —
1868	19.3	1898	25.36	20 —	1898	4.95	12 —
1869	27.6	1899	17.46	20 sept.	1899	6.43	25 —
1870	26.1	1900	21.07	22 oct.	1900	3.12	5 —
	Moyenne . .		23.75	Moyenne. .		3.34	

Les Nils — on nous permettra cette façon de nous exprimer — qui ne dépassent pas le maximum moyen (23.75) ou ne restent pas en deçà de plus de 1.5 pied, sont considérés comme bons ; ces conditions se sont présentées vingt et une fois dans le laps de temps ci-dessus relevé; sept fois seulement le niveau a *dépassé de plus de* 3 *pieds* le maximum moyen, et il est resté aussi sept fois *en dessous d'au moins*

3 *pieds*, c'est-à-dire qu'il a été quatorze fois ce que l'on tient pour réellement mauvais. Ajoutons que, pour que le Nil soit vraiment « bon », il ne suffit pas que la jauge accuse pour une couple de jours un maximum satisfaisant ; il faut que les eaux se maintiennent à ce niveau pendant un temps suffisant pour qu'elles puissent s'étendre et se répartir normalement.

On ne peut déduire positivement des constatations faites aucune périodicité plus ou moins régulière; mais l'on a constaté que les années 1877, 1888 et 1899, très mauvaises, ont été marquées par une activité solaire faible (absence relative de taches solaires). Les travaux faits dans cet ordre d'idées ont établi une étroite connexité entre les périodes de taches solaires et les crues du fleuve nourricier de l'Égypte.

Pour 1901, le maximum a été de 21.45 et le minimum de 3.5 ; pour 1902, respectivement de 18.93 et de 3.50. Le Nil a été bas ces deux années-là; comme nous approchons d'un stade maximum de taches solaires, l'on peut s'attendre maintenant à des crues meilleures.

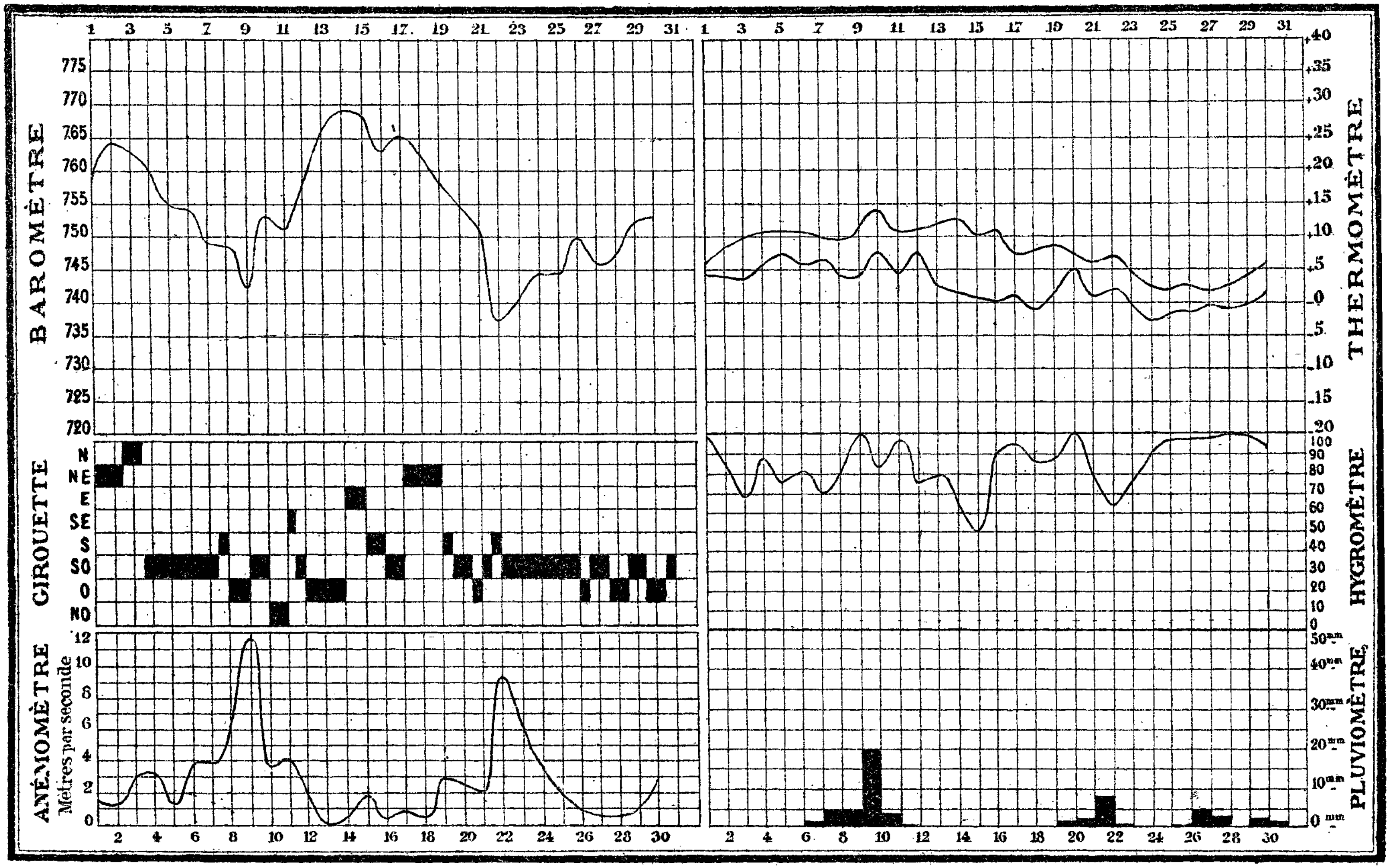
En temps de crue (18 à 22 pieds de niveau), le courant met dix jours pour s'écouler de Khartum à Assouan, et seize jours pour arriver au Caire; dans les périodes de basses eaux, cette durée est respectivement de 26 et de 38 jours. Les durées correspondantes sont, pour le parcours du lac Victoria au Caire, respectivement de 50 et de 90 jours.

LE DELTA.

Le delta est formé entièrement de dépôts de limon, et doit avoir été primitivement un bras de mer; les sondages les plus profonds n'ont pu faire découvrir le moindre roc; or, une profondeur de 375 pieds a été atteinte à Zagazig.

On conçoit la difficulté qu'il y a de trouver dans cette région un sol de fondation convenable. Ainsi le barrage élevé sous Mehemet Ali, en 1843, à l'endroit où le Nil se

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Novembre 1904.



N. B. – La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

ramifie, n'a pu résister; il a cédé lorsque furent fermées les écluses et est demeuré désaffecté et sans utilisation aucune jusqu'en 1884, époque à laquelle sir Colin Scott-Moncrieff a commencé les importants travaux de réparation et de consolidation qui l'ont rendu utilisable et lui permettent de retenir actuellement 20 pieds d'eau.

A cet endroit le Nil se divise en deux bras principaux (il y en avait cinq, mais trois sont envasés) d'égale longueur, atteignant la mer à 3 983 milles de la source. Bien que ces deux branches soient de longueur égale, la capacité de la branche de Rosette est beaucoup plus grande que celle de la branche de Damiette, et cet écart croît chaque année, la décharge moyenne de la première étant de 145 000 pieds cubes par seconde, celle de la seconde de 85 000 au plus (1).

PERCIVAL C. WAITE.

Revue climatologique mensuelle.

NOVEMBRE 1904.

Une température douce a marqué la première quinzaine de novembre 1904. La moyenne thermométrique de la période du 3 au 14 s'est élevée à 8°3, alors que la valeur normale n'est que de 6°0. L'*été de la Saint-Martin* est arrivé à date fixe, c'est-à-dire du 10 au 12; il a donné un excès de chaleur de 4°4 (9°6 au lieu de 5°2), et il a fait monter le mercure, le 10, à 14°1, point le plus haut de sa course pendant tout le mois.

A partir du 15, la température baisse régulièrement, mais jusqu'au 22 elle ne descend pas au-dessous de la normale (4°9 au lieu de 4°7). Ensuite le refroidissement s'accentue, et du 23 au 29 la moyenne thermique tombe à 0°9

(1) D'après une étude publiée par PERCIVAL C. WAITE dans le *Scottish geographical Magazine*. — Voir aussi, sur le même sujet, la 11e année de *Ciel et Terre*, pp. 11, 33.

(normale = 4°6) ; il gèle plusieurs jours de suite, et le 24 on note le minimum absolu du mois, —3°4. La première gelée de l'hiver s'était produite le 17, dans la soirée (—0°7).

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	751,3mm	754,3mm
— — — la plus élevée.	759,9	. .
— — — — basse.	744,2	. .
Température moyenne du mois. . . .	5°3	5°3
— — la plus élevée . .	9,6	. .
— — — basse . .	1,2	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	20,0	14°1
Minimum — — . . .	—12,8	—3,4
Nombre de jours de gelée	6	7
— maximum de jours de gelée . .	21	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	66	53
— — (total possible) . . .	269	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(33), S(17), W(14), E(12)	SW(43), W(20), S(11), NE(10)
Vitesse moyenne du vent.	4,2m	2,8m
Humidité à midi	83,6	85, 1
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	0,8mm	0,6mm
— totale du mois	25	19,
Hauteur de pluie tombée	53	54
— de neige —	8	7
— totale d'eau —	61	61
— maximum —	168	. .
— minimum —	8	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . .	18	17
— de pluie	17	19
— de neige	3	5
— de grêle	0,7	0
— de tonnerre	0,1	0
— de brouillard	10	13
— couverts	4,6	2
— sereins	0,6	0
Nébulosité moyenne	7,3	8,3

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

Novembre a compté à Uccle 7 jours de gelée (le nombre normal pour ce mois est de 6), mais dans l'Ardenne on en a constaté en certains points de 15 à 20, et des minima de —9 à —10° y ont été observés.

Il y a lieu de remarquer combien a été faible la variation thermométrique durant la période froide : l'amplitude moyenne journalière, du 24 au 29, n'a été que de 3°1, avec limites extrêmes de +2°8 et —3°4 pour l'oscillation totale. Le ciel a été très brumeux pendant ces six jours.

Du 1er au 6 nous nous sommes trouvés sous l'influence du régime anticyclonique : il n'est pas tombé d'eau en quantité appréciable, l'air a été calme, mais le ciel a été très nuageux.

Le 7 se montre à l'extrême ouest de l'Europe (S. de l'Irlande) un minimum barométrique assez profond, qui se dirige vers l'ENE.; le 10, il atteint les environs de Saint-Pétersbourg.

Dès le 8 le vent se lève et il souffle en tempête dans la matinée du 9; ce même jour, des pluies très copieuses tombent sur la Belgique entière, mais elles sont particulièrement abondantes dans les provinces de Hainaut, d'Anvers, de Liége et de Luxembourg.

Après le 10 la pression se relève et le régime anticyclonique règne de nouveau jusqu'au 20. On n'observe pas de pluie durant cette période, et le vent est très faible.

Des basses pressions apparaissent le 21, et le 22 un minimum moins profond que celui du 9 occupe la partie méridionale de la mer du Nord. Il marche lentement, ensuite, vers l'E. Ce minimum, comme le précédent, provoque des pluies copieuses, cette fois mêlées de neige, agite l'air assez fortement, et donne naissance, plusieurs jours de suite, à des phénomènes orageux, observés principalement à l'ouest du pays.

A la fin du mois, le baromètre reprend un mouvement ascensionnel.

LOCALITÉS.	Plus basse température.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	—1°7	4
Ostende (phare)	—2,0	5
Middelkerke	—2,0	6
Furnes	—2,0	8
Ypres	—4,2	12
Iseghem	—2,0	8
Somergem	—3,0	9
Gand	—3,0	8
Tournai	—3,0	8
Mons	—5,2	5
Pâturages	—6,0	7
Bruxelles (Jardin botanique)	—2,5	6
Bruxelles (Nouveau Marché-aux-Grains)	—1,2	2
Uccle (Observatoire)	—3,4	7
Malines	—2,4	5
Anvers	—3,1	4
Brasschaet	—3,2	10
Bourg-Léopold	—5,4	12
Maeseyck	—3,8	8
Goyer	—4,0	10
Cointe	—2,8	7
Tilff	—3,9	9
Hermalle s/Huy	—4,5	7
Huy (Statte)	—4,9	9
Huy	—2,9	8
Maredsous	—5,4	13
Dinant	—4,5	11
Florennes	—5,4	15
Thimister	—5,2	9
Verviers (ville)	—4,3	11
Verviers (tir)	—4,2	10
Spa	—6,5	10
Barrage de la Gileppe	—6,2	11
Hestreux	—5,9	10
Baraque Michel	—9,5	20
Stavelot	—9,4	14
Ville-du-Bois	—10,0	17
Barvaux s/Ourthe	—5,5	14
Laroche	—8,5	14
Bastogne	—7,7	17
Beauplateau	—6,5	16
Libramont	—7,0	13
Carlsbourg	—9,0	15
Arlon	—5,5	11
Etalle	—10,0	15

Les vents de SW. et d'W. ont été très prédominants : ils comptent à eux deux 63 p. c. du total des directions enregistrées, et le SW. seul est représenté par 43 p. c.

Le 9 novembre, de 0 à 14 h., la moyenne anémométrique a atteint $13^{m}0$ à la seconde, et de 8 à 9 h. elle s'est élevée à $15^{m}8$.

A plusieurs reprises, entre 5 et 9 h., la violence du vent a été considérable, notamment :

de 5^h25^m	à 5^h30^m	20^m0	à la seconde.
5.35	à 5.40	19,3	—
6.20	à 6.25	19,0	—
6.30	à 6.35	18,3	—
7.15	à 7.20	19,0	—
8.10	à 8.15	20,0	—
8.20	à 8.25	25,0	—
8.45	à 8.50	19,6	—
8.50	à 8.55	19,6	—

Il est intéressant de remarquer qu'entre ces à-coup exceptionnels des accalmies relatives assez prononcées se sont produites, ainsi qu'il arrive fréquemment, du reste, lors des grandes agitations de l'atmosphère :

de 5^h40^m	à 5^h45^m	11^m6	à la seconde.
6.45	à 6.50	10,0	—
6.55	à 7. 0	11,6	—
8.15	à 8.20	11,6	—

Cette dernière vitesse se trouve intercalée entre celles de 20^m0 et 25^m0 indiquées plus haut. Après la moyenne de 19^m6 pour la durée de 10 minutes comprise entre 8 h. 45 m. et 8 h. 55 m., la vitesse est tombée à 8^m0 pour les cinq minutes suivantes.

Le 22, de 12 à 24 h., on a relevé un mouvement moyen de l'air de 11^m7 à la seconde, et de 12^m6 de 13 à 21 h. Pendant une heure, de 18 à 19 h., cette vitesse a atteint près de 14^m (13^m8 .

Si l'on excepte les journées très venteuses des 9 et 22, la moyenne anémométrique du mois ne dépasse pas 2^m.

A l'Observatoire de Cointe (Liége), le 9, le vent a soufflé pendant *trois* heures (8 à 11 h.) à raison de 18^m1, en moyenne, à la seconde.

Comme nous l'avons dit plus haut, des précipitations copieuses sont tombées à deux reprises en novembre 1904. Aussi certaines stations ont-elles renseigné un total de pluie sensiblement supérieur à la valeur habituelle. Nous citerons particulièrement, parmi ces stations :

FLANDRE OCCIDENTALE.	mm	LIÉGE.	mm
Nieuport	104,6	Spa	99 6
Furnes	109,5	Sart lez-Spa	104 1
Houthem	121,1	Barrage Gileppe	108,2
Pollinchove	113,1	Hestreux	108,5
Ypres	98,9	Hockai	114,5
		Stavelot	106,4
HAINAUT.	mm	**LUXEMBOURG.**	mm
Tournai	92,6	Bernistap (Tavigny)	91,2
Harchies	98,0	Beauplateau	103,0
		Libramont	107,8
ANVERS.	mm	Carlsbourg	93,7
Ryckevorsel	103,8	Étalle	108,0

Les journées marquées par des pluies abondantes, sur tout ou partie du territoire, sont les suivantes ;

Le 8.

ANVERS.	mm
Ryckevorsel	25,5
Grobbendonck	21,0

Le 9.

HAINAUT.	mm	BRABANT.	mm
Tournai	21,0	Boitsfort	21,8
Harchies	24,0	Louvain	20,2
Mons	24,0		
Mont-sur-Marchienne	30,8	**ANVERS.**	mm
Nalinnes	23,7	Malines	22,6
Anderlues	22,0	Ryckevorsel	24,3

ANVERS (*suite*).	mm	LIÉGE (*suite*).	mm
Iteghem	20,0	Hockai	25,0
Herenthals	23,2	Stavelot	53,4
Grobbendonck	27,5	Tilff	37,0
Gheel	26,5	Huy-Statte	20,3
Desschel	26,5	**LUXEMBOURG.**	mm
Arendonck	21,0	Bernistap (Tavigny)	27,4
LIMBOURG.	mm	Barvaux-sur-Ourthe	21,4
Bourg-Léopold	20,8	Laroche	22,1
LIÉGE.	mm	Bastogne	36,0
Thimister	32,0	Beauplateau	45,0
Stembert (Verviers)	32,7	Carlsbourg	31,0
Spa	46,5	Étalle	21,1
Barrage Gileppe	49,0	**NAMUR.**	mm
Hestreux	48,0	Assesse	35,0
Baraque Michel	62,5	Florennes	27,0

En quelques points de la province d'Anvers les pluies des 8 et 9 ont fourni un total d'eau considérable :

	mm		mm
Ryckevorsel	49,8	Gheel	32,7
Grobbendonck	48,5	Desschel	35,0
Herenthals	32,4	Arendonck	33,4

Du 24 au 27, la plaine maritime a reçu de son côté des précipitations extrêmement intenses :

Le 25.	mm	*Du 24 au 27.*	mm
Nieuport	21,5	Le Coq	47
Furnes	20,0	Ostende	45
Pollinchove	20,0	Nieuport	69
Le 27.	mm	Dixmude	52
Nieuport	21,8	Furnes	73
Furnes	28,0	Houthem	67
Houthem	22,5	Pollinchove	76
Pollinchove	26,0	Rousbrugghe	52
Rousbrugghe	20,0	Boesinghe	48
		Ypres	54

A part les stations renseignées au tableau de la p. 492, et quelques autres, la quantité d'eau tombée en novembre 1904 a été partout voisine de la normale.

La neige s'est montrée à partir du 22 dans la basse Belgique, mais elle n'y a pas été très abondante. En quelques points de l'Ardenne, par contre, la couche de neige était épaisse à la date du 29. (Voir tableau ci-dessous.) Le dégel est survenu le lendemain.

On a compté 2 ou 3 jours de neige à l'extrême ouest du pays, de 4 à 6 ailleurs. Quelques stations de la région ardennaise en ont noté de 7 à 10.

Jours de neige.

2. . . au bateau-feu du Wielingen;
3. . . à Bruges, Iseghem, Ypres, Tournai, Somergen, Ledeberg, Wetteren, Malines, Louvain;
4. . . à Ostende, Middelkerke, Mouscron, Hamme, Bruxelles (bas), Thimister, Maeseyck;
5. . . à Uccle, Mont-sur-Marchienne, Nalinnes, Assesse, Étalle, Hermalle-sous-Huy, Cointe (Liége), Bourg-Léopold;
6. . . à Charleroi, Florennes, Huy-Statte, Stembert (Verviers), barrage de la Gileppe, Laroche, Bourcy;
7. . . à Paturages, Verviers, Bastogne, Arlon;
8. . . à Sugny, Carlsbourg, Hazeilles (Érezée);
10. . . à Stavelot.

Hauteur de la couche de neige.

(En centimètres.)

1. . . à Louvain, Huy-Statte, Longchamps (Waremme)
2. . . à Somergem, Bruxelles (Jardin botanique);
2 1/2 . . à Hermalle-sous-Huy;
3. . . à Maredsous, Bourg-Léopold, Maeseyck;
6. . . à Fronville (Melreux);
8. . . à Esneux; Stembert (Verviers), Stavelot, Hotton, Carlsbourg;
10. . . à Jalhay, Menil-Favay, Lomprez, Libramont, Arlon, Sugny, Forges, Petigny lez-Couvin;
11. . . à Bastogne;
12 . . à Chiny, Beauplateau;
14. . . à Jéhonville (près de Paliseul);
16. . . à Bernistap (Tavigny), Étalle;
20. . . à Hestreux (forêt d'Hertogenwald), Hazeilles (Érezée).

Les fortes précipitations tombées le 9 dans le bassin de

la Meuse ont grossi rapidement les eaux du fleuve. En vingt-quatre heures leur niveau a monté de 1^m08 à Visé (du 9 au 10) et de 1^m13 à Maeseyck (du 10 au 11).

Ainsi que nous l'avons signalé précédemment, des phénomènes orageux ont été provoqués par la dépression barométrique qui a fait son apparition le 21.

Dès la soirée de ce jour, des éclairs étaient aperçus en mer, près des côtes (au bateau-feu du Westhinder). Les 22 et 23, dans la soirée également, on en remarquait à Hestreux, à l'extrême est du territoire. Le 24, les phénomènes s'étendent et deviennent plus intenses : des orages passent sur le littoral et dans la plaine maritime et des éclairs sont encore observés à Hestreux. Le 25, le tonnerre gronde de nouveau au bord de la mer, et des éclairs se montrent en divers points de la Flandre orientale. Le 26, enfin, orages en mer et à Ostende, et éclairs à Selzaete et à Petigny lez-Couvin.

Avant cette période orageuse, des manifestations électriques avaient déjà été constatées : le 1er, à Petigny (éclairs); le 9, au bateau-feu du Westhinder (éclairs) et à Anvers (tonnerre); le 10, au Westhinder encore (éclairs).

On remarquera qu'il y a eu *six* jours avec phénomènes orageux dans la zone maritime.

Le ciel a été très nébuleux en novembre 1904, surtout pendant la seconde quinzaine, qui n'a compté que 13 heures d'insolation. La première quinzaine en a enregistré 40. L'ensemble du mois n'a donné que 20 p. c. des heures possibles d'illumination solaire. Il y a eu 13 jours sans le moindre rayon de soleil.

L'humidité relative de l'air a été forte. Le point de saturation a été atteint, ou à très peu près (98 ou 99 p. c.), tous les jours, sauf le 15 (minimum de ce jour, et du mois, 43 p. c.). Onze fois seulement la moyenne hygrométrique des 24 heures a été inférieure à 90 p. c.

Il y a eu 13 jours de brouillard.

Le baromètre, élevé au début du mois, puis du 12 au 19, s'est tenu assez bas ensuite. Sa hauteur moyenne à midi a été, du 12 au 19, de $763^{mm}7$, et du 22 au 28, de $744^{mm}4$.

A. LANCASTER.

NOTES.

LE SPECTRE DE L'AURORE BORÉALE. — L'expédition russo-suédoise pour a mesure de l'arc du méridien au Spitzberg dans l'hiver 1899-1900 a fourni l'occasion de photographier le spectre de l'aurore boréale. On s'est servi d'un spectrographe de Toepfer. La lumière de l'aurore traversait les extrémités de la fente, qui était élargie jusqu'à $0^{mm}3$, tandis que le milieu, resserré autant que possible, laissait passer la lumière de comparaison. La durée d'exposition a varié de 4 heures à 28 heures. Malheureusement la grande amplitude des variations de température (de 0° à —32° C.) a nui à la définition des raies. De nouveaux détails apparaissent quand on fait subir au cliché un renforcement, suivi d'une reproduction en dianégatif.

La conclusion que M. J. Sykore a tirée de l'examen des photographies est que le spectre de l'aurore boréale ne ressemble à aucun des spectres connus. Mais il y a relation certaine entre l'apparition des aurores et l'activité solaire. Le phénomène rappelle l'illumination d'un gaz raréfié dans un tube sans électrodes, sous l'influence d'une induction électromagnétique.

— L'ORIENTATION DES MOUSSES SUR LES ARBRES. — On a plus d'une fois prétendu que le côté d'un arbre sur lequel se rencontrent le plus de mousses est toujours dirigé vers le nord, de sorte qu'un voyageur égaré pourrait au moyen de cette indication retrouver les points cardinaux. Cette question a été étudiée en ces derniers temps par H. Kraemer, de Philadelphie. Ces recherches n'ont toutefois pas donné de résultats bien nets. Nous trouvons dans le numéro du 1er octobre dernier de la *Revue scientifique* un article de Léon Bédel consacré au même sujet. Les observations de ce dernier montrent tout simplement que les mousses se fixent de préférence sur les parties de l'arbre qui, pour l'une ou l'autre raison, sont les moins exposées à perdre l'humidité. Ces causes, comme on le conçoit, peuvent être assez variées, par exemple la rugosité de l'écorce, la situation à l'abri du vent et du soleil. Sur les branches horizontales, les mousses occupent plutôt la partie supérieure, parce que l'eau y séjourne plus facilement. La base des troncs est aussi plus envahie parce qu'elle reçoit une plus grande quantité d'eau. L'inégale distribution de la lumière joue probablement un rôle qui ne peut être négligé. En effet, les mousses, de même que les algues qui vivent sur les troncs d'arbres, redoutent un excès de lumière.

V. D. L.

Les métaux dans l'atmosphère.

[Voir dans la 21e année de la Revue, pp. 462, 477 et 513, l'article du même auteur sur : *Les métaux dans le ciel.*]

L'atmosphère renferme une grande quantité de poussières qui y demeurent en suspension pendant un temps plus ou moins long; il y en a partout, dans les villes et dans les campagnes, et si on ne les aperçoit pas habituellement, cela tient à ce que la quantité de lumière qu'elles réfléchissent à leur surface est insuffisante pour impressionner la rétine; mais quand on dirige un faisceau lumineux dans une enceinte obscure, on les distingue dans le rayon lumineux, où l'on constate leur présence en quantités innombrables.

Une surface polie abandonnée à l'air libre se recouvre de poussière en très peu de temps, grâce à la chute d'un grand nombre de parcelles solides qui s'y déposent en formant un véritable sédiment atmosphérique. Tous les corps terrestres, les métaux en particulier, peuvent, sous l'influence d'actions mécaniques, être réduits à l'état de poudre fine, susceptible d'être soulevée par le vent et mise en suspension dans l'air; le choc des vagues contre les côtes de la mer entraîne sous la forme de poussière très ténue l'eau qu'elle contient, chargée de sels, et ces gouttelettes de très petites dimensions, évaporées dans l'atmosphère, laissent un faible résidu salin qui doit se retrouver dans l'air.

L'imagination se représente sans peine, et non sans une certaine répugnance les poussières qui sont retenues en particulier dans l'air des villes; elles établissent une sorte de contact entre les individus les plus éloignés les uns des autres et c'est à ce contact qu'est due une partie de l'insalubrité qui se manifeste ordinairement dans les grandes

agglomérations d'hommes. Parmi ces innombrables corpuscules, il se trouve des germes qui sont la cause des fermentations, de la putréfaction, et des altérations plus ou moins profondes du sang dans les maladies épidémiques.

Toutes ces substances solides peuvent être non seulement aperçues quand on les éclaire suffisamment, mais recueillies en vue de les étudier, et le fait ne présente aucune difficulté. On peut, par exemple, comme Pasteur l'a fait le premier, aspirer l'air d'un endroit quelconque à l'aide d'un tube, mis en relation avec un aspirateur à eau, et contenant une bourre de coton poudre; l'air passant lentement sur ce coton s'y filtre en y laissant toutes les poussières qu'il contient. Quand un volume assez considérable d'air a passé sur cette bourre, on la dissout dans de l'éther qui retient le fulmi-coton et laisse les poussières insolubles; celles-ci sont recueillies par décantation, lavées avec de l'éther et séchées, puis examinées au microscope.

On distingue dans le résidu des corpuscules de matières organiques ou organisées, dont nous ne nous occuperons pas, et des substances minérales que nous allons examiner d'une façon particulière. Ces matières sont toujours de dimensions très faibles; on peut cependant les mesurer à l'aide d'un micromètre divisé en centièmes ou en millièmes de millimètre, et on a constaté que leurs dimensions varient en général de $0^{mm}01$ à $0^{mm}001$ et au-dessous.

On peut évaluer approximativement la quantité de ces poussières en faisant passer bulle à bulle, dans un tube à boules renfermant un peu d'eau pure, puis à travers un tampon de fulmi-coton, un volume déterminé d'air appelé par un aspirateur. On évapore dans le vide l'eau qui a retenu les poussières, et l'on joint à ce résidu celui qui provient de la dissolution du fulmi-coton dans l'éther. On a trouvé ainsi à Paris, dans les conditions atmosphériques normales, un poids de 6 à 8 milligrammes par mètre cube d'air; de 6 milligrammes après une journée de pluie abondante, de 23 mil-

ligrammes après une période de huit jours de sécheresse; la proportion est naturellement moins grande dans l'air de la campagne. C'est là le poids total des corps solides qui renferment à la fois les matières minérales et les matières organiques; on élimine ces dernières à l'aide d'une calcination dans un courant d'air, qui les détruit et laisse un résidu de cendres comprenant l'ensemble des poussières minérales; ces dernières représentent de 66 à 75 p. c. de la masse totale, les substances organiques en formant de 25 à 34 centièmes. On trouve dans les cendres des sels solubles dans l'eau, des matières dissoutes par l'acide chlorhydrique et, enfin, des poussières insolubles à la fois dans l'eau et dans les acides plus ou moins concentrés.

Les poussières tenues en suspension dans l'air n'y séjournent que sous l'influence de l'agitation de l'atmosphère; les plus ténues sont celles qui se maintiennent en suspension pendant le plus long temps.

On peut se demander comment des corps de cette nature, bien plus denses que l'air, peuvent y rester suspendus? Or, le calcul montre que des grains minéraux de $0^{mm}01$ de diamètre tombent encore avec une vitesse assez considérable, d'environ $0^{m}66$ par seconde pour un grain de silice; on peut envisager d'ailleurs qu'une sphère de 1 mètre de diamètre dont la densité serait 2.5, tomberait avec une vitesse de 220 mètres par seconde, si l'on supposait sa chute se faisant d'un mouvement uniforme dans de l'air à la densité ordinaire; la vitesse théorique de chute dans les mêmes conditions d'un corpuscule de dimensions *d* serait donc égale à $\sqrt{220.\,d}$. Mais elle est fortement ralentie par des dimensions réduites, par l'agitation, les remous perpétuels de l'air, et cela permet de se rendre compte du maintien en suspension des particules atmosphériques, qui malgré cela tombent peu à peu en constituant un véritable sédiment.

On peut recueillir cette poussière qui tombe, en la

recevant sur une feuille de papier collée tendue sur un châssis que l'on expose, par exemple, pendant une nuit calme, au-dessus d'un toit isolé, situé à une hauteur de 10 à 15 mètres. On peut faire usage également d'une table à poussières de 1 mètre carré de surface à peu près, intérieurement revêtue d'une feuille de papier d'étain et mobile autour d'un axe permettant de l'orienter dans la direction du vent. Celui-ci passant sur la surface de la table laisse constamment tomber une partie des poussières qu'il transporte, et l'on recueille le dépôt avec un pinceau plat en blaireau.

La quantité de sédiment varie avec la vitesse des courants atmosphériques, avec leur état hygrométrique; elle doit changer aussi avec les saisons et avec la nature du sol.

Le poids des poussières tombées en vingt-quatre heures sur une surface de 1 mètre carré varie, à Paris, entre 2 et 9 milligrammes; en prenant le poids de 4 milligrammes comme moyenne, cela correspondrait, sur une surface égale à celle du Champ-de-Mars (environ 500 000 mètres), à un poids d'environ 2 kilogrammes de corpuscules en vingt-quatre heures; la même évaluation faite au moyen d'eau dans laquelle de l'air a barboté et qu'on a évaporée ensuite, conduit à un poids de 6 à 23 milligrammes par mètre cube d'air; en prenant 6 comme moyenne, et en considérant une nappe d'air de 5 mètres d'épaisseur, on trouverait à peu près 15 kilogrammes pour une couche d'air de cette hauteur ayant l'étendue du Champ-de-Mars, et un dépôt de plusieurs centaines de kilogrammes pour la couche atmosphérique qui s'étend à la superficie de Paris. Au milieu des prairies, loin de toute habitation, la quantité de poussière recueillie est notablement plus faible; il faut remarquer en outre que le sédiment ainsi déposé ne doit pas séjourner pendant longtemps à la place où il est tombé, car il peut être à nouveau soulevé par le vent. Cependant, le chiffre

précédent peut servir à indiquer quelle est l'importance de ce phénomène de transport aérien.

Les monuments élevés se comportent eux-mêmes comme de véritables tables à poussières. On a pu recueillir, par exemple, des sédiments déposés à 60 mètres de hauteur dans une des tours de Notre-Dame où personne n'avait pénétré depuis plusieurs années ; l'air s'engouffrant à travers les étroites ouvertures des fenêtres y avait déposé une couche de poussière grisâtre, très ténue, de 1 millimètre au moins d'épaisseur, dont la composition était celle des poussières aériennes, c'est-à-dire environ 32 p. c. de matières organiques pour 62 centièmes de cendres. Celles-ci étaient constituées par 9 centièmes de matières solubles dans l'eau, 24 centièmes de substances solubles dans l'acide chlorhydrique et 34 d'un résidu essentiellement formé de silice.

En prélevant la poussière accumulée par le vent dans certaines parties inhabitées de monuments élevés, on est arrivé à des résultats analogues, les dimensions de ces poussières étant toujours comprises entre 0,01 et 0,001 de millimètre, et les cendres représentant environ 75 p. c. de la matière totale recueillie.

Un autre procédé pour arriver à la connaissance des corps solides contenus dans l'atmosphère consiste à analyser les eaux météoriques. Elles sont toujours chargées de sédiments qu'elles ont empruntés à l'air et qu'on en extrait en les filtrant et en les évaporant. Ces eaux peuvent être avantageusement recueillies à l'aide d'un collecteur formé d'une série de plateaux de porcelaine, munis de rebords sur trois côtés seulement et disposés sur un châssis comme les tuiles d'un toit. Cet appareil, auquel on peut donner de grandes dimensions, permet de récolter des quantités considérables de pluie, qui glisse à la surface des plaques de porcelaine et se réunit dans un grand flacon où elle arrive par l'intermédiaire d'un entonnoir. La porcelaine a d'ailleurs un avantage marqué sur le verre, qui peut être

attaqué à la longue par les eaux pluviales, toujours chargées d'acide carbonique et d'ammoniaque. Le poids de résidu extrait d'un litre d'eau est très variable : à l'Observatoire de Sainte-Marie-du-Mont (Manche), les sédiments recueillis par l'évaporation de plusieurs litres d'eau météorique les 1, 10 et 11 juin 1875, ont été, par litre, de 23 à 75 milligrammes; à Paris, on en a trouvé de 23 à 172, et les plus abondants peuvent atteindre jusqu'à 421 milligrammes. Ces résidus sont gris-noirâtre, tandis que ceux qu'on recueille à la campagne sont tout à fait blancs : ils renferment d'ailleurs toujours les mêmes proportions de substances minérales et de matières organiques.

Le volume considérable des flocons de neige, l'enchevêtrement des cristaux dont ils sont formés, la configuration de ces petits cristaux étoilés, plumeux ou dentelés, la manière dont voltigent dans l'atmosphère ces petites masses spongieuses pendant leur chute toujours lente, les rend particulièrement propres, plus encore que les gouttes de pluie, à saisir au passage toutes les poussières qui flottent dans l'atmosphère et à recueillir tous les corps solides qui y sont suspendus; aussi l'eau de fusion de la neige contient-elle une certaine quantité de substances solides ramassées dans l'air. C'est ainsi que, dans des premières neiges récoltées au sommet des tours de Notre-Dame en 1875, en ayant soin de ne prélever que les couches superficielles n'ayant eu aucun contact avec les objets terrestres, M. Tissandier a trouvé, dans l'eau provenant de leur fusion, un nombre considérable de corpuscules variant, pour un litre, de 56 à 118 milligrammes, tandis qu'à la campagne un litre d'eau de neige n'en laisse, dans les mêmes circonstances, que de 48 à 104 milligrammes. Du reste, et comme on pouvait s'y attendre, les corpuscules sont moins nombreux après une chute prolongée de neige, qu'avant, et dans ces conditions, aussi bien à Paris qu'au dehors, on n'en a trouvé que de 16 à 24 milligrammes. Le résidu de l'évaporation de l'eau de

neige se présente ordinairement avec l'aspect d'une poudre impalpable, grisâtre, renfermant environ 57 p. c. de cendres à Paris, et 61 p. c. en dehors des villes.

La grêle peut, tout comme la neige, entraîner des corpuscules aériens dans sa chute, mais moins aisément à cause du petit volume et de la densité des grêlons : on recueille, du reste, l'eau qui provient de leur fusion et on l'examine de la même manière.

L'analyse des cendres des poussières contenues dans l'air a permis de reconnaître dans notre atmosphère la présence d'un certain nombre de matières métalliques et en premier lieu celle du fer.

Fer. — Lorsqu'on soumet les sédiments atmosphériques recueillis par l'un ou l'autre des procédés que nous venons d'indiquer, à l'action d'un fort aimant, une partie des corpuscules y adhère et on peut les séparer avec un pinceau pour les examiner au microscope ou avec différents réactifs. On reconnaît alors que ces grains sont essentiellement constitués par du fer, et on constate leur présence dans les sédiments provenant des localités les plus différentes; on est même arrivé à estimer d'une façon relative la quantité de fer contenue dans ces résidus magnétiques, en se basant sur l'intensité de la coloration que détermine le sulfocyanate de potasse dans la dissolution d'une quantité donnée de ces substances.

Ces particules ferrugineuses peuvent être constituées, soit par du fer seul, soit par ce métal associé à une certaine proportion d'autres éléments, tels que le nickel et le phosphore. M. Nordenskiöld a observé de la neige tombée en 1871 à Stockholm et en quantité telle que, de mémoire d'homme, il n'était pas resté le souvenir d'une chute aussi abondante; à la fin de la chute, il en recueillit à la surface et y trouva de petites quantités de fer métallique, mais comme il craignait que ce fer pût provenir des toits de la ville, il fit examiner

par son frère de la neige tombée dans une plaine entourée de forêts et située dans l'intérieur d'une région assez déserte de la Finlande ; la poussière noire qui en fut retirée était de même nature que celle de Stockholm et l'aimant put en séparer des paillettes magnétiques, qui, triturées au mortier d'agate, furent reconnues comme formées de fer métallique et tout à fait analogues à celles trouvées à Stockholm et dans de la neige provenant d'autres localités de la Suède. De même, il trouva sur une glace flottante du Spitzberg une poussière grise mêlée de petits grains magnétiques formés de fer métallique enveloppé d'oxyde de fer. En examinant des poussières charbonneuses recueillies en 1870, par 80° de latitude, sur de la glace et de la neige dans l'Inlandsis (mer de glace intérieure du Groënland), il y a trouvé des corpuscules ferrugineux dans lesquels il a constaté la présence de nickel et de cobalt. M. Jung a confirmé ces observations par des recherches faites sur la neige des environs de Genève et il a signalé la présence du fer dans celle tombée en 1883 à Genève, sur le Salève, et au grand Saint-Bernard, à 2 490 mètres d'altitude. A la surface des grands champs de neige qui couvrent cette haute région, il a constaté l'existence d'une poussière noirâtre, très fine, contenant des globules caractéristiques, et des fragments irréguliers attirables à l'aimant. L'évaporation de 15 litres d'eau de fusion de cette neige lui a donné un résidu formé des mêmes particules qui, traitées par de l'acide chlorhydrique, ont fourni une solution offrant la réaction très forte du fer; le faible poids de substance recueillie ne lui a permis d'y déceler qu'avec une netteté insuffisante, la présence du nickel ou du cobalt.

M. Nordenskiöld a observé également une poussière tombée près de San Fernando (Chili), en novembre 1883, à une altitude de 3 000 mètres; la Cordillère, qui était revêtue d'une couche de neige toute fraîche, se recouvrit, dans l'espace d'une demi-heure, d'une couche rougeâtre,

composée principalement de minces grains ferrugineux, assez durs quoique un peu malléables. Dans cette poussière, qui ne renfermait pas de fer métallique, on distinguait : 1° des grains brun-rougeâtre, gouttelettes fondues solubles dans l'acide chlorhydrique; 2° des grains blanc-brunâtre, insolubles dans cet acide et formés d'une matière silicatée (feldspath). La composition des premiers était : oxyde de fer, 74.6; oxyde de nickel avec traces de cobalt, 6.01; silice, 7.6; magnésie, 3.88, avec de petites quantités d'acide phosphorique, d'alumine, de chaux, et des traces de cuivre; la richesse de cette matière en fer, nickel, magnésie et acide phosphorique est tout à fait remarquable.

De son côté, dans les eaux pluviales recueillies à Sainte-Marie-du-Mont (Manche), Tissandier a pu retirer 124 milligrammes de corpuscules attirables à l'aimant et qui, sous l'action de l'acide chlorhydrique, ne laissaient qu'un faible résidu siliceux en donnant une dissolution dans laquelle l'ammoniaque fournissait un abondant précipité de rouille, le sulfocyanate de potasse, une coloration intense très nette, et même le prussiate jaune de potasse, un dépôt de bleu de Prusse. La liqueur séparée du fer donnait par le sulfure d'ammonium un léger précipité noir de sulfure de nickel, formant avec le borax la perle violette caractéristique de ce métal, et virant au gris-brunâtre par son refroidissement.

M. Jung a aussi recueilli de la neige à différentes altitudes : à 375 mètres, à Montreux, au bord du Léman; à 979 mètres, à la station des Avants, au-dessus de Moutiers; à 2 490 mètres, à l'hospice du grand Saint-Bernard, et il a comparé le résidu de l'évaporation de cette neige aux poussières recueillies dans les clochers de plusieurs cathédrales (Paris, Genève, Lausanne, Varsovie, Samara sur le Volga). Il en a conclu que le fer existe aussi bien dans les neiges récentes que dans les poussières accumulées par les siècles à l'intérieur des anciens clochers d'églises, avec des formes caractéristiques indiquant qu'il

a été porté à haute température et qu'il se trouve en plus forte quantité dans les neiges des régions inférieures que dans celles recueillies à de hautes altitudes.

Les corpuscules ferrugineux ne se présentent pas toujours avec le même aspect et l'on a été conduit à en distinguer plusieurs groupes :

1° Des fragments amorphes, grisâtres, irréguliers, de 1 à 2 dixièmes de millimètre;

2° Des particules mamelonnées noires et opaques beaucoup plus petites, n'ayant que de 1 à 5 centièmes de millimètre;

3° Des particules fibreuses de même grandeur;

4° Des corpuscules noirs, opaques, sphériques, de 1 à 2 centièmes de millimètre;

5° Des corpuscules semblables munis d'un petit goulot.

Or, parmi ces corpuscules ferrugineux très ténus, on en peut considérer de deux espèces, les uns qui ont été soulevés à la surface du globe, les autres qui ont une origine extraterrestre.

Des pluies de météorites se sont, en effet, manifestées d'une manière incontestable : Ehrenberg, Arago, Quetelet, Daubrée, Nordenskiöld ont apporté un grand nombre de faits qui viennent à l'appui de cette manière de voir. En examinant une fine poussière tombée le 25 janvier 1859 dans la mer des Indes, et qui couvrit le pont du navire *Josiah-Bates*, Ehrenberg constata que cette poussière, qui à l'œil nu offrait l'aspect de petits grains agglomérés, était en réalité formée de gouttelettes solidifiées et creuses analogues aux larmes bataviques et constituées par un mélange de fer métallique et d'oxyde de fer. Il la considéra comme provenant d'une masse de fer météorique rendue incandescente par son frottement dans l'air ; de semblables poussières peuvent provenir de la fusion superficielle de météorites, elles peuvent aussi être la simple conséquence

de leur désagrégation, comme l'a indiqué Daubrée dans son mémoire sur la météorite d'Orgueil (*Journal des Savants*, 1870). Celle-ci est, en effet, friable à un tel point que certains échantillons se réduisent en poudre par la pression entre les doigts, et ses diverses parties sont cimentées par des sels alcalins solubles dans l'eau, de sorte que ce liquide amène la désagrégation complète de la météorite, qui se réduit en une poussière tellement ténue qu'elle traverse les filtres les plus serrés.

On connaît de nombreux exemples de pluies de feu qui semblent devoir être attribuées à la chute de débris incandescents de météorites. Le baron de Reichenbach (*Annales de Poggendorff*) insiste beaucoup sur la formation granuleuse des météorites, qui peuvent exister aussi bien à l'état de poussière impalpable répandue dans l'espace, que sous la forme de conglomérats de plusieurs centaines de kilogrammes. Ce sont les grains très ténus qui, en pénétrant dans l'atmosphère, s'échauffent, fondent, se volatilisent, et nous apparaissent sous la forme d'étoiles filantes; on sait, en effet, qu'un poids de matière d'un gramme suffit pour produire un de ces météores.

En essayant de recueillir la poussière d'étoiles filantes, de Reichenbach a obtenu, en 1864, sur le sommet des montagnes d'Allemagne, des poussières ferrugineuses donnant les réactions du nickel et du cobalt. Sur la colline du Labisberg, à 400 mètres de hauteur, dans des endroits couverts de hêtres où jamais l'homme n'avait porté la hache ni la pioche, il a rencontré des traces du même genre de nickel et de cobalt.

D'autre part, dans une note du 4 mars 1872, von Baumhauer signale des observations de particules magnétiques provenant de l'intérieur de grêlons; il cite en particulier une chute de grêle observée à Padoue le 26 août 1834, après la période des étoiles filantes d'août, et Phipson, après cette période météorique d'août et de septembre, a pu recueillir

un certain nombre de particules noires, anguleuses, qui n'étaient ni charbonneuses, ni recouvertes de suie et qui, en se dissolvant dans l'acide chlorhydrique, donnaient du perchlorure de fer.

Nordenskiöld a rencontré dans de la neige recueillie sur des glaces flottantes des parcelles métalliques de 1/4 de millimètre environ, contenant du fer métallique entouré d'oxyde de fer avec du charbon, et il a pu y déceler, en même temps que le fer, la présence du nickel et celle du phosphore.

Lors d'une forte chute de neige qui eut lieu à Genève le 5 octobre 1883, M. Jung en ayant fait fondre une certaine quantité recueillie sur le Salève, y constata le dépôt d'une poussière exceptionnellement riche en globules de fer. Vers cette époque, qui, chaque année, est caractérisée au mois de novembre par une plus grande quantité d'étoiles filantes, il paraît donc être tombé, en 1883, une pluie remarquablement forte de poussières métalliques d'origine cosmique. Les globules de fer d'une abondance particulière devaient être le produit de la rupture de plus grosses météorites, d'étoiles filantes microscopiques.

Au sujet des analyses de neige tombée à Stockholm, et dans laquelle il trouva des lamelles de fer métallique ainsi que dans la grêle, Nordenskiöld regarde cette dernière comme condensée autour de grains minimes d'une matière cosmique flottant dans l'air et tombant d'une manière imperceptible et continue ; il envisage l'existence de cette matière comme prouvée par ses observations, et il attribue même à sa chute une importance considérable, non seulement pour la géologie et la physique du globe, mais même pour l'agriculture, en raison du phosphore qu'elle renferme et qui, en même temps que le nickel et le cobalt, est caractéristique des fers météoriques. Pour n'en rappeler qu'un seul exemple, le fer météorique de Santa Catarina (Brésil) a donné à l'analyse la composition suivante : fer,

63.69; nickel, 33.97; cobalt, 1.48, avec de petites quantités de phosphore, de soufre, de charbon et de silicium. Ce fer ne s'attaque pas au contact simultané de l'air et de l'eau; il est reconnaissable à sa teinte grise et moirée, et mélangé à une substance, jaune de bronze plus ou moins clair, magnétique, douée de l'éclat métallique, et qui est de la *pyrrhotine* ou pyrite magnétique nickélifère, associée à de la magnétite; ce fer météorique est remarquable par sa richesse exceptionnelle en nickel. Nordenskiöld conclut de tous ces faits qu'un nombre considérable d'aérolithes pénètrent constamment dans notre atmosphère, s'y fragmentent, et que les corpuscules magnétiques de l'air peuvent souvent avoir une origine extra-terrestre.

Les corpuscules ferrugineux ne se présentent pas d'ailleurs toujours sous la forme de sphérules à surface lisse, ni avec la forme globulaire caractéristique. Le fer flottant dans l'atmosphère est parfois en fragments irréguliers, noirs, formés par une réunion de granulations extrêmement petites, groupées en masses compactes; quelquefois leur surface est rugueuse et mamelonnée.

L'étude des grêlons conduit à des constatations du même genre que celle de la neige ; dans de la grêle tombée à Stockholm, Nordenskiöld a trouvé des grains noirs donnant au mortier d'agate des lamelles de fer métallique; dans d'autres cas, des grêlons possédaient un noyau métallique à leur centre. Dans des grêlons tombés en Russie dans la province d'Orenbourg, Eversmann a constaté la présence d'octaèdres de sulfure de fer ; Pictet a reconnu que du fer existait dans les noyaux de grêlons tombés en Espagne dans la province de Majo; de la grêle tombée à Padoue en 1834 contenait des grains attirables à l'aimant et qui renfermaient en même temps du fer et du nickel; l'identité de cette substance avec celle des aérolithes ne saurait être mise en doute, car le fer associé au nickel est un constituant caractéristique des fers météoriques.

Si, du reste, les corpuscules aériens attirables à l'aimant peuvent avoir une origine planétaire, on doit pouvoir s'en assurer en les comparant aux poussières détachées de la surface des aérolithes, et l'expérience fait voir qu'on les trouve tout à fait semblables aux parcelles obtenues en grattant la surface de météorites authentiques. Celle-ci est, en effet, formée d'une croûte noire, adhérente au métal, et les fragments provenant de grattages forment des parcelles mamelonnées, parfois des sphérules qu'on y dirait incrustées. Les parcelles cosmiques recueillies par Nordenskiöld offrent aussi une ressemblance frappante avec celles que l'aimant extrait des sédiments de l'eau pluviale tombée en France.

Tous ces faits établissent que parmi les poussières ferrugineuses rencontrées dans l'atmosphère, il en est un grand nombre qui proviennent de météorites, et l'on peut admettre que dans leur passage à travers l'espace, ces masses métalliques se brisent en nombreux fragments, font jaillir autour d'elles les parcelles incandescentes de fer métallique, dont les plus petits débris entraînés dans toutes les régions de l'air par les courants atmosphériques, tombent à la surface du globe sous la forme d'oxyde magnétique de fer plus ou moins complètement fondu. La traînée lumineuse des étoiles filantes serait due à la combustion de ces innombrables particules, offrant l'aspect des étincelles de feu jaillissant d'un ruban de fer que l'on brûle dans l'oxygène. Les météorites laissent souvent derrière elles, comme on sait, des traînées lumineuses que l'on peut attribuer aux débris incandescents détachés de leur masse.

(*La fin prochainement.*)

A. DITTE,
de l'Institut,
professeur à la Sorbonne.

L'année des nuages. (*Fin.*)

D'après Süring, la majorité des nuages nés par le mélange de masses d'air de température différente ont au début la forme ondulée, qui constituerait donc une des phases initiales dans la formation de ces météores (1). On serait tenté de croire que ces ondulations sont placées à angle droit sur la trajectoire suivie par le nuage. Les observations infirment complètement cette opinion, car, dans les trois quarts des cas, elles forment avec la trajectoire un angle s'écartant de ± 10° d'un angle droit. La plupart de ces nuages doivent donc avoir été en contact avec des masses d'air ayant une direction différente. Les plus grands écarts par rapport à l'angle droit se remarquent dans les *Ci.* La distance horizontale séparant les ondulations a pu être mesurée sur soixante clichés.

En voici, en mètres, les valeurs moyennes :

	Ci., Ci.-S.	Ci.-Cu.	A.-S.	A.-Cu.	S.-Cu.
	759	482	322	442	477
Nombre de cas observés	13	13	4	19	9

Le minimum trouvé est de 50 mètres, sur un nuage situé à 4 200 mètres, et le maximum 2040 mètres, à 10 355 mètres d'altitude.

La forme ondulée se rencontre le plus fréquemment dans les couches moyennes (47 p. c. des cas ont été observés

(1) D'après von Helmholtz, lorsqu'une masse d'air léger se meut sur une grande étendue au-dessus d'une couche plus dense et plus froide, il se produit à leur limite séparative des mouvements ondulés analogues aux vagues de la mer. La masse inférieure étant saturée de vapeur d'eau, les sommets des vagues formées se refroidissent par suite de leur pénétration dans un niveau plus élevé, et leur vapeur se condense à l'état de brouillard sur toute la longueur de la vague. Le nuage qui a pris naissance de cette façon a nécessairement une forme allongée, et quand plusieurs sont placés l'un à la suite de l'autre, on a des ondulations. (Voir, sur ce point, *Meteor. Zeitschr.*, 1890, p. 81.)

entre 3000 et 6000 mètres, où les nuages se forment en général par mélange). Comme elle apparaît souvent par temps humide, on a été porté plus d'une fois à la considérer comme un indice de pluie prochaine. Les observations ne confirment guère cette supposition.

Un autre nuage digne d'attention est le faux *Ci.*, surtout eu égard aux limites éloignées entre lesquelles varie son altitude. Tandis qu'en plein été, par temps orageux, on l'a observé à 9 000 mètres et au delà, on le voit descendre en hiver à 1 000 mètres. Il est aussi relativement bas lors des giboulées printanières.

Süring estime avec raison qu'il est nécessaire de faire une classification spéciale des formes si variées du *Ci.*

Adoptant en cela les idées émises jadis par Köppen (1) et Klein (2), il les classe en trois genres, comprenant en tout dix espèces, que voici :

I.
1. *Ci.* supérieur : masses brumeuses de structure uniforme, mates et minces.
2. *Ci.* en touffe : filaments avec bourrelet à leur partie antérieure.
3. *Ci.* floconneux : flocons sans filaments distincts, mais pas nettement moutonnés comme le *Ci -Cu.*
4. *Ci.* en plume : couche mate avec filaments divergents.

II.
5. *Ci.* ondulé : bandes parallèles disposées à intervalles à peu près égaux et presque perpendiculairement à la trajectoire du nuage.
6. *Ci.* filamenteux : filaments droits, le plus souvent étroitement serrés, placés parallèlement à la trajectoire et partant parfois d'un *Ci.* en nappe ou en bourrelet.
7. *Ci.* peigné : filaments étirés et à angle droit sur un axe longitudinal.
8. *Ci.* en queue de cheval : filaments recourbés.

III.
9. *Ci.* à filaments entrecroisés comme dans un tissu, voile à peu près fermé.
10. *Ci.* en voile ou *Ci.-S.* : voile uniforme mat et épais.

---

(1) *Meteor. Zeitschr.*, 1887, p. 209.
(2) *Wochenschrift für Astron., Meteor. und Geogr.*, 1882, p. 257; *Meteor. Zeitschr.*, 1901, p. 163. — Voir aussi la classification des *Ci.* proposée autrefois par Clement Ley et reproduite dans la *Meteor. Zeitschr.*, 1890, p. 115.

Voici les hauteurs moyennes de ces diverses espèces, que nous désignerons par leurs numéros d'ordre :

	Espèce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hauteur moyenne.	Été.	9375	9434	9165	9409	8056	8184	8356	8018	8152	7565
	Hiv.	10048	8186	8146	8651	7878	7978	7578	8062	7272	7664
Différence de hauteur : Été-Hiver.		—313	1248	1019	758	178	206	778	—44	880	—99
Nombre de mesures.	Été.	9	25	10	31	23	56	22	12	17	28
	Hiv.	3	4	14	9	6	8	7	6	18	26

Il était intéressant de savoir si ces formes occupent dans l'atmosphère une position horizontale ou oblique. Voici sur ce point quelques indications fournies par les mesures. Dans le tableau donné ci-dessous, le signe + indique que l'avant du nuage, dans le sens de son mouvement, était plus élevé que l'arrière. Le signe — se rapporte au cas opposé.

Forme.	Différence moyenne de hauteur en mètres.	Nombre des différences positives.	négatives.
2	+ 348	9	—
4	— 216	3	4
6	— 163	1	3
7	+ 12	3	1
8	— 469	—	3

Il en résulte que la plupart des *Ci.* ont très souvent leur partie antérieure inclinée vers le bas. Seul le *Ci.* en touffe a généralement une position inverse. Cette obliquité fait supposer que la majorité de ces nuages, outre leur déplacement ordinaire, subissent aussi un mouvement descendant, tandis que chez la forme en touffe le mouvement serait ascensionnel.

L'examen des hauteurs moyennes renseignées plus haut fait supposer que des liens très étroits unissent les formes 2, 3 et 4 d'une part, et celles numérotées 5 et 8 d'autre part. Les premières se distinguent par leur altitude élevée, soumise à une variation annuelle très prononcée. Les formes 9

et 10 paraissent aussi très voisines et constituent probablement des stades évolutifs de *Ci.-S.* La forme 1, dont l'apparition est souvent très fugace, est envisagée par Süring comme un *Ci.* à l'état naissant. Le *Ci.* en touffe se transforme fréquemment en *Ci.* floconneux. En outre, ces deux formes s'observent souvent simultanément à la même altitude, tout en ayant un aspect différent. Parfois la forme en touffe se dépouille graduellement de ses filaments divergents, tandis que la partie dense qui reste s'étend et passe à la forme 8 ou au *Ci.-S.*

Comme on le conçoit assez aisément, la hauteur des *Ci.* peut subir pendant une journée des variations assez considérables. A l'approche d'une dépression notamment, ceux de ces nuages qui passent successivement par la station d'observation occupent des altitudes qui décroissent graduellement.

Tandis que les nuages des niveaux supérieurs et moyens se ressentent en somme assez peu des phénomènes physiques qui se produisent dans les couches profondes de l'atmosphère, on constate, au contraire, que les formes inférieures se trouvent plus sous la dépendance de ces particularités. C'est ainsi que la variation diurne de leur altitude est en grande partie déterminée par l'échange de chaleur qui s'effectue entre l'atmosphère et la surface terrestre.

Certains *Cu.* échappent toutefois à cette règle. Disons que les observations ont montré que dans la formation des *Cu.* on peut à un certain degré considérer deux modalités. Dans le cas le plus simple, l'atmosphère étant dans un état d'équilibre indifférent, ce nuage se formera là où les masses d'air humide qui s'élèvent du sol atteindront la température de leur point de rosée. Étant connues la température et l'humidité de l'air à terre, la hauteur de ce niveau peut, dans les conditions mentionnées ci-dessus, et notamment vers le milieu de la journée, être calculée très exactement.

L'altitude de la base du nuage observée directement, con-

corde alors avec celle qu'on trouve par le calcul (1). Cette concordance se remarque chez la plupart des *Cu.* aplatis et à bords arrondis, mais les observations de Potsdam, corroborant en cela celles faites antérieurement par Clayton, ont démontré qu'il existe certains *Cu.* dont l'altitude réelle est toujours supérieure à celle que leur assigne le calcul.

Ces *Cu.* aberrants ont généralement des protubérances très prononcées et Clayton (2) les désignait déjà sous le nom de *Cu.* avec tours (*turreted Cu.*). Leur base n'est ni horizontale ni nette, comme chez les *Cu.* ordinaires, et souvent ils émergent d'une masse de brouillard, de sorte que leurs parties inférieures sont vaguement dessinées. Leur altitude anormale montre qu'ils n'ont pas une origine commune à celle des *Cu.* ordinaires. Ils semblent plutôt naître dans un courant ascendant engendré à des altitudes relativement élevées à la suite d'un état d'équilibre instable de l'atmosphère, qui peut résulter d'un refroidissement local ou de causes dynamiques (fort gradient localisé dans ces couches). Ces *Cu.* précèdent en général les orages ou un temps pluvieux. A la fin de la journée ils disparaissent partiellement ou totalement et souvent leurs parties supérieures prennent d'autres formes.

Les observations faites dans les stations auxiliaires ont aussi fourni quelques résultats dignes d'être cités. En général, la direction des nuages inférieurs s'écarte de celle du vent soufflant à terre, dans le sens de la rotation des aiguilles d'une montre. Il n'a pas été observé de différences notables entre les directions qu'ont les *Ci.* en hiver et celles de l'été. Rappelons que quelques auteurs croient à la pré sence d'une variation annuelle dans la marche de ces nuages.

L'interprétation des observations de *Ci.* conduit Süring à penser que la direction des courants, au niveau de ces nuages, est régie par la distribution de la pression. Les

(1) Voir sur ce point : W. Ferrel, *A popular treatise of the winds*, 2e édition, p. 33.
(2) *Annals of the Astron. Observ. of Harvard College*, vol. XLII, Part II, p. 206.

directions notées simultanément aux différentes stations concordent en général d'une façon satisfaisante et les changements qu'elles éprouvent se remarquent à la fois à tous les postes. Ces modifications sont brusques et coïncident généralement avec des changements concomitants dans le mode de répartition de la pression et notamment avec les déplacements des zones de haute pression. A l'appui de son opinion, l'auteur discute un certain nombre d'observations intéressantes. Cette conclusion infirme donc celles émises jadis par Akerblom, Vettin, etc. et qui tendaient à faire croire que la direction des *Ci.* est indépendante du mode de distribution de la pression au niveau du sol. Cette assertion est trop absolue et si ces météorologistes, dit Süring, n'ont pas trouvé de relations entre les deux éléments précités (distribution de la pression et direction des *Ci.*), il faut l'attribuer à ce qu'ils se sont basés sur l'examen de directions moyennes de *Ci.* Ces relations semblent en effet être complexes et peuvent être masquées dans les moyennes.

Nous terminons ici cet exposé, dont la lecture a pu faire constater que parmi les résultats de « l'année des nuages », ceux que nous devons à l'Institut météorologique prussien, au *Weather Bureau* de Washington et à l'Observatoire du *Blue Hill* se placent incontestablement au premier rang, tant par l'organisation remarquable des observations que par la discussion judicieuse qui en a été faite. Ces établissements ont fourni à la science une somme importante de précieuses indications sur la physique de la haute atmosphère. Toutefois, les espérances qu'on fondait sur cette expérience internationale ne se sont pas réalisées complètement, par le fait que la collaboration n'a pas été générale, mais bien plutôt très partielle. Ce n'est pas ici le lieu de rechercher les causes de cet insuccès relatif, de ce manque d'entrain. Des questions d'ordre matériel et administratif sont peut-être intervenues, mais nous avons le ferme espoir que l'œuvre progressera et, surtout, s'étendra.

Les investigations effectuées au cours de « l'année des nuages, » pour conduire à des résultats positifs, devraient, à notre avis, se poursuivre pendant plusieurs années. Beaucoup de faits, à l'heure actuelle entrevus seulement ou soupçonnés, ne tarderaient guère à être tirés au clair si on disposait de plus d'observations simultanées. Qu'on recommence donc *les années des nuages* avec la coopération du plus grand nombre. Avant d'entamer ce travail, il sera utile de reviser le programme des recherches à faire. L'*Atlas international* demande aussi à être complété par l'adjonction des formes si variées des *Ci.* et des *A.-Cu.*, entre autres. Ces sous-types devraient, après accord préalable, entrer dans une classification spéciale. Il est en effet permis de croire que le polymorphisme de ces nuages se rattache à certaines conditions atmosphériques qu'il importe d'étudier, notamment au point de vue de la prévision du temps. Les classifications des *Ci.* proposées par Klein, Köppen, Süring, etc. et celle des variétés de l'*A.-Cu.* préconisée dans ces derniers temps par J. Vincent (1), sont les premiers pas dans cette voie de réformes, et il y a lieu d'en féliciter leurs auteurs. La surabondance de noms, nécessitée par une classification détaillée, sera peut-être mal accueillie par certains, mais il est incontestable que les observateurs qui s'intéressent réellement aux études météorologiques, sauront s'imposer l'effort nécessaire pour se familiariser avec les termes. On pourrait du reste réserver l'usage de cette nomenclature spéciale au personnel des Instituts.

Les travaux que nous avons particulièrement consultés sont les suivants :

1° *Études internationales des nuages* (1896-1897). Observations et mesures de la Suède. 2 fasc. in-4°. Publication de l'Observ. météor. de l'Université d'Upsal.

2° *Wolken-Beobachtungen in Norwegen* (1896-1897). Herausgegeben von

(1) *Etudes sur les nuages* : III, *Les variétés de l'Alto-Cumulus* (ANNALES DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DE BELGIQUE, t. VI). Bruxelles, 1903; in-4°.

dem Norweg. meteor. Institut, bearbeitet von N.-J. FOYN. Christiania, 1900; 114 pp. in-4°.

3° *Observations made at the Blue Hill meteor. Observ.* (Massachusetts) *in the years* 1897 *and* 1898, under the direction of A. LAWRENCE ROTCH. Cambridge, 1900; 280 pp. in-4°. (Publié dans les *Annals of the Harvard Observatory.*)

4° U. S. Department of Agriculture. *Report of the Chief of the Weather Bureau*, 1898-1899; vol. II.

5° *Ergebnisse der Wolkenbeobachtungen in Potsdam und an einigen Hülfstationen in Deutschland in den Jahren* 1896 *und* 1897, von A. SPRUNG und R. SÜRING. Berlin, 1903; in-4° (dans *Veröffentl. des Kon. preussischen meteor. Instituts*).

6° P. BERGHOLZ, *Die Ergebnisse der Beobachtungen der Wolken in Manila in dem internationalen Wolkenjahre (Meteor. Zeitsch.*, 1900; p. 106).

E. VANDERLINDEN.

Mémorandum astronomique.

FÉVRIER 1905.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Le Cygne, le Dragon, la Petite Ourse, les Gémeaux et le Petit Chien.

De l'Est à l'Ouest : Les Chiens de Chasse, la Grande Ourse, le Cocher, les Pléiades et la Baleine.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Hercule, le Bouvier, la Grande Ourse, les Gémeaux et Orion.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : L'Hydre, le Lion, la Girafe, Cassiopée et Andromède.

OBJETS CELESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MERIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er FÉVRIER, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Amas des Gémeaux. .	$6^h\ 2^m$	65°38'	Visible à l'œil nu.
Amas de la Licorne .	6.26	85. 3	Avec étoile au centre.
Étoile rouge du Cocher.	6.29	51.28	Rouge rubis.
Amas du Grand Chien .	6.42	110.38	Visible à l'œil nu.
Id. .	6.54	103.32	20' diamètre.
Amas de la Licorne . .	6.57	98.11	Brillant, 30' diamètre.
Id. . .	7. 9	100. 6	Amas peu condensé.
Amas du Navire . . .	7.31	104.14	Visible à l'œil nu.
Amas des Gémeaux . .	7.32	68. 9	Faible, 12' diamètre.
Amas du Navire . . .	7.36	104.33	Visible à l'œil nu, 30' diamètre.

Le Soleil.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	6^h44^m	7^h22^m	$11^h56^m15^s9$	16^h33^m	17^h11^m	22° 0′
5	6.38	7.15	11.56.42,8	16.39	17.15	23.10
10	6 31	7. 8	11.56.58,1	16.48	17.24	21.44
15	6.22	6.58	11.56.53,5	16.57	17.33	26.24
20	6.13	6.49	11.56.30,3	17. 5	17.41	28. 9
25	6. 3	6.39	11.55.50,6	17.14	17.50	29.58
28	5.57	6.32	11.55.19,9	17.20	17.55	31. 6

Le *temps sidéral* à midi moyen est à Uccle, le 1er février, de $20^h44^m2^s6$. Son accroissement diurne est de 3^m55^s5.

Ephémérides pour réduire les observations physiques du Soleil.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	—12°3	— 6°1	5°0	11	16°2	6°7	233°3	21	19°5	7°1	101°7
2	12.7	6.2	351.8	12	16.5	6.8	220.2	22	19.8	7.1	88.5
3	13.1	6.3	338.7	13	16.9	6.8	207.0	23	20.1	7.1	75.3
4	13.5	6.3	325.5	14	17.2	6.0	193.8	24	20.3	7.2	62.2
5	13.9	6.4	312.3	15	17.5	6.9	180.7	25	20.6	7.2	49.0
6	14.3	6.5	299.2	16	17.9	6.9	167.5	26	20.9	7.2	35.8
7	14.7	6.5	286.0	17	18.2	7.0	154.3	27	21.2	7.2	22.6
8	15.1	6.6	272.8	18	18.5	7.0	141.2	28	—21.4	—7.2	9.4
9	15.4	6.6	259.7	19	18.8	7.0	128.0				
10	15.8	6.7	246.5	20	19.2	7.1	114.8				

La Lune.

N. L. ◉ le 4, à $11^h 6^m$.
P. Q. ☽ le 12, à 16^h20^m.
P. L. ☺ le 19, à 18^h52^m.
D. Q. ☾ le 26, à $10^h 4^m$.

Occultations d'étoiles par la Lune.

13 février,	θ^2 du Taureau,	immersion à	17^h18^m0,	émersion à	18^h38^m2.
13 —	θ^1 du Taureau,	—	17^h19^m0,	—	18^h36^m7.
13 —	B.A.C. 1391,	—	18^h51^m8,	—	19^h45^m4.
14 —	111 du Taureau,	—	18^h34^m0,	—	19^h48^m5.
21 —	η de la Vierge,	—	$22^h 8^m6$,	—	22^h43^m4.

Longitude du terminateur de la Lune a minuit, pour chaque jour de février 1905.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	— 56°3 *s*	11	+ 2°1 *m*	21	+ 60°3 *s*
2	68.5	12	— 10.1	22	48.2
3	— 80.6 *s*	13	22.3	23	36.0
4	+ 87.2 *m*	14	34.5	24	23.8
5	75.0	15	46.6	25	+ 11.7
6	62.9	16	58.8	26	— 0.5
7	50.7	17	70.9	27	12.7
8	38.6	18	— 83.1 *m*	28	— 24.9 *s*
9	26.4	19	+ 84.7 *s*		
10	14.2	20	72.5		

Éclipses des satellites de Jupiter.

Le	3	février,	satellite	II,	réapparition	à 18h 1m25s
—	7	—	—	I,	—	à 17.17.17
—	10	—	—	II,	—	à 20.39. 9
—	14	—	—	I,	—	à 19.12.49
—	21	—	—	I,	—	à 21. 8.17

Éclipse partielle de Lune le 19 février, en partie visible a Bruxelles.

Premier contact avec la pénombre, le 19 février, à	16h41m3	temps officiel.
— — l'ombre	17.55.7	—
Milieu de l'éclipse	19. 0.2	—
Dernier contact avec l'ombre	20. 6.7	—
— — la pénombre	21.19.1	—

A ces époques, la Lune sera respectivement au zénith des lieux dont les positions suivent :

Long. occid. de Greenwich . .	111°30′	Latitude boréale.	10°59′
— — . .	94.14	—	10.47
— — . .	78.15	—	10.36
— — . .	62.15	—	10.24
— — . .	44.50	—	10.12

La grandeur de l'éclipse = 0,410, le diamètre de la Lune étant 1.

Le premier contact avec l'ombre se fera à 54° du point Nord du disque lunaire, en comptant vers l'Est; le dernier contact à 24° vers l'Ouest; dans les deux cas, pour l'image directe.

A Bruxelles, la Lune se lèvera, voilée par la pénombre, à 17h0m.

Cette éclipse sera visible dans la moitié occidentale du Grand Océan, en Australie, en Asie, en Afrique et en Europe.

LES PLANÈTES.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	19h23m	− 22°20'	5"8	1.16	6h19m	14h25m
	11	20.24	− 20.47	5.2	1.27	6.30	14.56
	21	21.29	− 17. 3	5.0	1.35	6.33	15.43
Vénus .	1	23.53	− 0.35	21.0	0.80	8.50	20.52
	11	0.30	+ 4.30	23.2	0.72	8.24	21.14
	21	1. 6	+ 9.21	26 0	0.65	7.54	21.36
Mars. .	1	14.28	− 12.49	7.4	1.27	0.28	10.26
	11	14.45	− 14. 8	8 0	1.17	0.14	9.56
	21	15. 0	− 15.15	8.8	1.06	23.53	9.25
Jupiter .	1	1.30	+ 8.14	35.2	5.18	9.43	23.13
	11	1.36	+ 8.50	34.2	5.34	9. 6	22.42
	21	1.43	+ 9.30	33.2	5.48	8.31	22.13
Saturne.	1	21.39	− 15.14	14.2	10.82	7.53	17.23
	11	21.44	− 14.51	14.2	10.83	7.15	16.51
	21	21.49	− 14 27	14.2	10.82	6.39	16.19
Uranus .	1	18.11	− 23.39	3.8	20.09	5.16	13. 4
	16	18.14	− 23.38	3.8	19.90	4.20	12. 8
Neptune.	1	6.25	+ 22.18	»	29.09	13.17	5.31
	16	6.24	+ 22.20	»	29.28	12.17	4.31

ASPECT DES PLANÈTES.

Mercure est *étoile du matin*. Le 2, elle sera à 4°21' au sud de la Lune. Le 9, elle atteindra son aphélie. Le 24, elle sera à 1°1' au sud de Saturne.

Vénus est *étoile du soir*. Le 14, elle atteindra sa plus grande élongation orientale (46°41').

Mars se lève vers minuit. Le 24, elle sera à 3°19' au sud de la Lune.

Jupiter se couche vers 10 heures du soir. Le 9, elle sera à 2°49' au nord de la Lune.

Saturne se couche vers 5 heures du soir. Le 12, elle sera en conjonction avec le Soleil.

Uranus se lève vers 5 heures du matin.

Neptune se couche vers 5 heures du soir.

Les Étoiles filantes.

Aucune averse périodique importante n'est visible pendant ce mois. Les dates à bolides sont le 2, le 10 et le 19.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Févr. 23-25.	Près β Triangle	—	Février.	AR = 15^h44^m, $\delta = 11°$.	Rapides, à traînées.
Févr. 5-10.	Près α Triangle	—	Février 17.	Près υ Hercule.	—
Février.	AR = 7^h24^m, $\delta = 62°$.	Lents, jaunes	Février 6.	Près θ77 Dragon	—
Février.	AR = 8^h, $\delta = -5°$.	Id.	Févr. 13-20.	AR = 17^h20^m, $\delta = 2°$.	Très rapides, à traînées.
Févr. 5-16.	Près λ Dragon.	—	Février 20.	AR = 17^h32^m, $\delta = 36°$.	Assez rapides.
Février 20.	AR = 12^h4^m, $\delta = 34°$.	Très rapides.	Fév. 10-mars 7	AR = $18^h 40^m$, $\delta = 17°$.	Très rapides, à traînées.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 20 : Juillet 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
1	9·1/2. Guarcino (prov. de Rome). Secousse ondulatoire.
3	(?). Comtés du sud de l'Angleterre. Plusieurs secousses.
	7·1/4. Environs de Brescia. Une secousse.
5	2·30. Aquila. Secousse sensible.
6	6·47 à 50. Tepana et Juchitan. Secousse oscillatoire. 3 et 4^s.
7	Matin. Radicofani. (IV.)
	13·3/4. Velletri. (II.)
	16·. Janano. Une secousse.
8	7·7·58. Roumanie centrale, Ilfov, Jassy, Bucharest. (II à III.)
12	0· environ. Reggio d'Emilie. Légère secousse.
	Vers 6·. Briançon. Violente secousse, plus forte que celle de 1885. Les immeubles nouvellement construits auraient particulièrement souffert ; les anciennes casernes de Ste-Catherine auraient été éprouvées ; de nombreuses cheminées écroulées, maisons lézardées, plafonds effondrés (informations de presse). Signalée à Gap et à Suse.

Dates.	Heures.
13	Vers 15·1/4. Tremblement important dans le SW de la France et le N. de l'Espagne. Lourdes, Pau, Bordeaux, Agen, Tarbes, Moissac, Clairac, la Réole, Lannemezan, Monclar d'Agenais, Valence d'Agen, La Magistère, Cahors, Nérac, Auch, Argelés, Mirande, Lectoure (IV à V). Une autre secousse signalée à l'Observatoire de Floirac est fausse ; elle résultait d'une explosion à la poudrière de St-Médard.
	15·50 à 16·. (Oaxaca), Juchitan, forte, oscillatoire, 15^s; Tapanatepec, forte, 50^s, avec bruit (Chiapas), Tapachula, mouvements; et bruits légers ; San Cristobal, oscillatoire, 5^s.
16	6·15 à 20. Nochixtlàn, légère, trépidatoire ; Teposcolula, oscillatoire, 5^s.
	19·40. Omotepec (Oaxaca), oscillatoire, 8^s ; San Luis Allende (Guerrero), oscillatoire, 12^s; Chilpancingo, oscillatoire, 5^s.
	19·3/4; 21·; 22·1/2. } Salina (îles éoliennes). Secousses plus
17	0·1/2 ; 2·1/2. } ou moins sensibles.
18	21·. Bénévent. Secousse sensible.
21	17·45. Focsani (Roumanie). (II.)
22	6·34·20. Bordeaux, 6 oscillations, bris de vitres au bureau de poste central, Auch, Tarbes, Pau, Cénac, Ferrêre (Hautes-Pyrénées), avec bruit. Plus faible que celle du 13.
	6·. San Pietro in Fine (Caserte).
25	Matin. Taxco (Guerrero). Léger tremblement.
	3·1/4. Cerreto di Spoleto. Légère secousse.
27	10·1/4. } Girgenti (légères secousses).
28	8·3/4. }
	18·1/2. San Pietro in Fine. Secousse sensible.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTE.

Le service des annonces des crues aux États-Unis. — La plupart des grands pays possèdent des services hydrologiques, qui ont pour but de suivre les oscillations du niveau et du débit des rivières, de prévoir les conséquences que peuvent avoir sur ce débit les phénomènes météorologiques, afin de prévenir les divers intéressés, et en particulier les riverains, des crues qui doivent se produire et qui menacent d'être plus ou moins redoutables. Aux États-Unis, ce service des « rivières et inondations » dépend du Bureau météorologique, ou *Weather Bureau*, et son centre est à Washington.

Jusqu'en 1870, on ne comptait guère, sur le territoire de la confédération,

que quelques postes d'observation surveillant les variations des cours d'eau, postes se confondant du reste souvent avec des stations météorologiques ordinaires; mais, depuis lors, ces postes se sont étrangement multipliés, puisque leur nombre total atteint à l'heure actuelle 375, et sur cet ensemble, 49 seulement sont des stations météorologiques. On en a créé 246 spécialement pour observer les changements de niveau des rivières et 80 pour effectuer des observations pluviométriques, lesquelles se trouvent, naturellement, intimement liées aux observations hydrologiques proprement dites.

Ce sont les postes normaux du service météorologique qui sont les chefs-lieux des districts entre lesquels le pays est partagé; des chefs de district dirigent ces postes et reçoivent quotidiennement (et aussi par relevés mensuels) les rapports des différentes sous-stations sur les conditions météorologiques, l'état des rivières, les chutes de pluie, etc. C'est par le rapprochement, et aussi l'étude isolée parfois de ces rapports, que le chef de district peut juger de l'état hydrologique de la région qui est sous sa haute surveillance, et des crues ou des sécheresses qui doivent se manifester dans un temps plus ou moins court.

Comme de juste, la situation des sous-stations a dû être minutieusement étudiée avant que d'être choisie, car il faut qu'elles se trouvent réparties suivant le régime hydrographique, et aussi orographique, qui a une influence considérable sur l'écoulement des eaux; elles sont multipliées là où non seulement les cours d'eau sont nombreux, mais encore, et surtout, là où le lit de ces cours d'eau offre des pentes accentuées, ce qui entraîne les eaux fort rapidement et nécessite l'envoi d'avis urgents aux régions situées en aval. Il faut songer, en effet, que les eaux, dans les contrées montagneuses, parcourront 300 et 400 kilomètres par vingt-quatre heures, tandis que, dans les plaines, la vague de crue ne franchira souvent pas 80 kilomètres dans cette même période d'une journée.

Comme cela se pratique dans bon nombre de pays, le chef de la station centrale, qui couvre pour ainsi dire tout un bassin de sa surveillance, dès qu'il se croit dûment averti de l'imminence d'une inondation dans une région, le fait savoir aussitôt que possible à tous les intéressés, en indiquant la hauteur de la crue et le moment probable de son arrivée aux différents points importants. Ces annonces de crue sont adressées aux journaux, qui les insèrent toujours, affichés dans les bureaux de poste, communiqués par télégraphe ou téléphone, partout où l'on estime que cela peut être utile. Et si l'on n'obtient pas toujours que les intéressés profitent à temps des avertissements qui leur sont ainsi donnés, si parfois même le service ne prévoit pas suffisamment l'importance d'une crue, du moins il sauve chaque année des richesses énormes et protège les existences.

Les métaux dans l'atmosphère. *(Fin.)*

On voit que la chute des poussières ferrugineuses extraterrestres est constante à la surface de la Terre, et qu'une partie des corpuscules aériens qui flottent dans l'atmosphère provient des espaces planétaires. Certains d'entre eux résultent de l'explosion de météorites ou de leur simple division quand elles sont friables et faciles à désagréger, comme Daubrée l'a fait ressortir à propos de la météorite d'Orgueil. En admettant que le diamètre moyen des particules est constant et égal à 0,01 de millimètre, ce qui excède la vérité, il en faudrait 2 500 pour couvrir 1 millimètre carré, 250 000 pour faire la valeur de 1 millimètre cube, et cela ne semble pas pouvoir faire un apport très appréciable de fer à la surface du globe, même dans des intervalles de temps considérables.

Si, du reste, il est incontestable que parmi les poussières ferrugineuses de l'air, il en est dont l'origine est extraterrestre, il en existe d'autres qui sont soulevées par le vent à la surface même de la Terre ou emportées par les fumées des usines métallurgiques. On a pu recueillir, au voisinage de ces usines, des globules d'oxyde magnétique de fer qui proviennent assurément du travail de ce métal qui, en effet, fait jaillir autour de lui des étincelles affectant la forme de globules. Il est facile de montrer que des parcelles de fer peuvent, en brûlant, prendre la forme sphérique et qu'une masse de fer volumineuse, en se combinant au rouge sombre avec l'oxygène, peut se diviser en fragments globulaires microscopiques. Quand on fait tomber de la limaille de fer très fine à travers une flamme d'hydrogène qui la rend incandescente, elle brûle avec éclat, et en recevant sur une plaque de porcelaine les produits de la combustion, Tissandier a constaté au microscope qu'ils sont formés de globules sphériques, de sphères munies d'un petit goulot,

de masses mamelonnées ou fibreuses incomplètement fondues. Il en est de même de la poudre qu'on obtient en frappant un morceau de fer avec un briquet à pierre et, recueillant la poussière qui en tombe, elle présente des globules de même nature. Enfin, un fil de fer qui brûle dans l'oxygène donne lui aussi des globules d'oxyde magnétique visibles à l'œil nu, et en même temps d'autres beaucoup plus petits qui tombent dans l'eau du flacon où se fait l'expérience; ceux-ci ne sont visibles qu'avec un fort grossissement et il en est dont le diamètre ne dépasse pas 0,01 de millimètre.

La combustion de la houille dans les foyers des usines fournit aussi à l'air d'abondantes poussières d'oxyde de fer, qui proviennent de la combustion des pyrites ferrugineuses que la houille contient; mais tous les globules ou poussières ainsi engendrés, soit par la combustion du fer, soit par celle de la houille, soit par d'autres causes, se distinguent de ceux d'origine cosmique par le fait qu'ils n'emportent jamais de nickel avec eux.

La terre arable, les sables de la mer, dont les tourbillons de vent soulèvent les particules les plus ténues et les plus légères, dont les grains ne dépassent guère 0,001 de millimètre, renferment aussi fréquemment des poussières magnétiques d'une abondance relative. Un aimant que l'on y promène se hérisse de petits grains d'oxyde magnétique de fer, et ces matières sont indépendantes des fines poussières dues à la destruction continuelle du fer, que l'industrie produit en quantités énormes; les poussières venant de minerai magnétique de fer pulvérisé, de minerai de fer de différentes natures, de rouille provenant de l'oxydation du fer à l'air libre, à l'eau douce, à l'eau de mer, ne présentent jamais la forme mamelonnée, fibreuse ou sphérique; ce sont ces poussières amorphes, grisâtres, qui ne ressemblent pas à celles d'origine planétaire, et qui sont bien différentes de celles produites à température élevée.

On rencontre aussi du fer dans des parcelles semi-trans-

parentes vertes, jaunes ou roses, mêlées à des particules opaques très noires; M. Stanislas Meunier les considère comme provenant de débris de roches serpentineuses (diorite, amphibolite, serpentines) renfermant des granules de magnétite et toujours riches en fer oxydulé. Cette source terrestre de poussières ferrugineuses n'explique pas l'abondance extraordinaire des particules microscopiques de fer qui flottent dans l'atmosphère et que l'on retrouve dans la neige des régions polaires, aussi bien que dans celle des Alpes ou dans les eaux météoriques recueillies au milieu des campagnes. L'existence dans l'air de corpuscules ferrugineux nickélifères, ne peut s'expliquer que par la poussière qui se détache de la surface des météorites par un des mécanismes que nous avons exposés.

Métaux autres que le fer. — Il résulte de ce qui précède que le fer est le métal le plus abondant dans l'atmosphère, et que toutes les fois qu'il provient de l'espace, il est associé à des proportions variables de nickel et de cobalt; mais cependant on rencontre d'autres métaux dans les poussières aériennes.

L'analyse de leurs cendres montre, comme on l'a dit déjà, que celles-ci renferment des substances solubles dans l'eau, d'autres solubles dans l'acide chlorhydrique, et un résidu insoluble. Les sédiments, presque blancs, que l'on recueille à la campagne, contiennent environ 40 p. c. de sels solubles dans l'eau, 30 p. c. de matières telles que les carbonates de chaux et de magnésie, ainsi que de l'oxyde de fer, et des substances insolubles comme la silice, l'alumine, l'argile, avec de petites quantités de charbon et de suie. L'examen des poussières déposées dans les tours de Notre-Dame a donné 68 p. c. de matières minérales, dont 9 p. c. solubles dans l'eau, 23 p. c. solubles dans l'acide chlorhydrique (celles-ci se décomposent en 6,1 p. c. de sesquioxyde de fer, 16 p. c. de carbonate de chaux, 2.1 p. c. de carbonate de magnésie, avec traces d'alu-

mine et de phosphore) et 34.3 p. c. de matières, insolubles dans les acides, formées principalement de silice; une poussière, grisâtre comme de la cendre de bois, recueillie à Boulogne-sur-Mer le 9 octobre 1876, était fine et douce comme de la farine; elle contenait à l'état sec, avec 9.7 centièmes de substances organiques, 55 centièmes de silice, 1.8 d'alumine avec traces de fer, 30.6 de carbonate de chaux et 2.5 de carbonate de magnésie. On trouve aussi, dans les parties insolubles dans l'eau de ces cendres, des composés de calcium, magnésium, aluminium, etc.

En outre de leurs deux éléments principaux, fer et nickel, les fers météoriques, et par suite leurs débris, contiennent toujours des quantités variables, mais très faibles, de cobalt, manganèse, chrome, étain, magnésium, aluminium. On trouve, en particulier, répandus dans ces fers, quelques minéraux : la *schreibersite* (phosphure triple de fer, de nickel et de magnésium); la *magnétite*, qui forme la partie principale de leur écorce; le *fer chromé*, que l'on y rencontre en proportions parfois notables et qui se trouve dans beaucoup de pierres météoriques sous la forme de petits grains de ce minéral, enchâssés dans une gangue d'*olivine* ou de silicates déshydratés. En somme, les météorites peuvent se ranger dans une longue série à l'une des extrémités de laquelle se trouvent des alliages de fer et de nickel, tandis qu'à l'autre sont des substances pierreuses formées surtout de silicates : *grenat*, *idocrase*, *péridot*, *enstatite*, *feldspath*, *amphiboles*, *pyroxènes*, associés entre eux; toutes les substances contenues dans ces pierres météoriques peuvent se retrouver dans les poussières atmosphériques. Quand ces masses tombent, leur mouvement peut être dirigé en sens opposé de celui de la Terre, cas auquel leur vitesse relative étant la somme des deux autres, peut être très considérable, environ 70 kilomètres par seconde; la résistance de l'air à un mouvement aussi rapide produit un dégagement de chaleur tel, qu'il entraîne la combustion et

la volatilisation complètes de la matière. Si, au contraire, le mouvement de la masse qui tombe est de même sens que celui de la Terre, la vitesse relative, c'est-à-dire la différence des deux vitesses absolues, n'est guère que de 16 kilomètres par seconde; la chaleur développée sera moins grande et la masse pourra être simplement fondue et vitrifiée à la surface, puis brisée ou vitrifiée de manière à faire une météorite ou aérolithe, et non plus une étoile filante, dont les traînées laissent derrière elle des nuages parfois d'une assez grande étendue. Ainsi, en pénétrant dans l'atmosphère, les aérolithes, petits ou gros, éprouvent un frottement qui provoque une élévation de température et une incandescence, d'où combustion, fusion, volatilisation, puis condensation des matières volatilisées et dissémination des poussières condensées. On comprend donc aisément que les météorites apportent dans l'air un certain nombre de métaux à l'état libre ou combiné, des poussières de minéraux métallifères qu'on retrouve parmi les poussières de l'air en corpuscules trop petits pour qu'on puisse les séparer et les identifier, et cela indépendamment des poussières minérales qui peuvent être soulevées à la surface de la Terre.

Matières solubles dans l'eau. — Nous avons dit que, par le traitement par l'eau des cendres des sédiments atmosphériques, on extrait toujours une certaine quantité de sels solubles; ce sont des chlorures, des sulfates alcalins ou de chaux, des nitrates, celui d'ammoniaque en particulier.

Azotate d'ammoniaque. — Une goutte de pluie qu'on laisse évaporer spontanément sur une lame de verre y laisse des cristallisations diverses, formées sur le bord de la goutte d'eau, tandis que les corpuscules se rassemblent à son centre; la forme d'étoiles à six branches se produit bien quand la cristallisation a lieu très lentement; elle est plus rare en plumules. L'azotate d'ammoniaque se dépose fréquemment en groupements remarquables de cristaux en

croix ou en glaives, que l'on obtient par évaporation d'une goutte d'eau de neige, telle que celle recueillie à Paris le 11 janvier 1876. On ne peut d'ailleurs pas reproduire de semblables cristallisations, même avec une dissolution très étendue de ce sel, ni en variant les modes d'évaporation ; il ne se forme que des cristaux uniformes ramifiés de la même façon autour d'une tige médiane, ou des prismes isolés. Tissandier attribue ce mode particulier de cristallisation dans les eaux météoriques à une matière organique dissoute, que les eaux de pluie et de neige renferment en quantité plus ou moins considérable; et, en effet, l'évaporation de ces eaux donne toujours comme résidu une substance qui tapisse le fond du vase d'une matière cassante et dure, analogue d'aspect à de l'albumine coagulée.

Les cristaux de nitrate d'ammoniaque sont faciles à reconnaître à leur solubilité dans l'alcool, et à ce que la chaleur les décompose sans résidu; leur présence dans l'air ne peut pas surprendre, puisque, comme on le sait, il s'y rencontre de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, et que ces deux composés s'unissent sans difficulté pour former le nitrate ammoniacal.

Sulfate de soude. — Le sulfate de soude se rencontre fréquemment parmi les matières solubles dans l'eau qu'on extrait des cendres de poussières, et il s'en sépare en prismes à quatre pans susceptibles de faire cristalliser les dissolutions sursaturées de ce sel; il suffit du reste d'introduire dans une de ces dissolutions quelques flocons de neige pour en déterminer immédiatement la cristallisation, et M. Gernez a constaté que les dépôts recueillis dans les localités les plus diverses ont la même propriété; il se trouve cependant avec moins de certitude dans l'air que le nitrate d'ammoniaque, qui est plus répandu, et les dépôts aériens déterminent dans tous les cas la cristallisation d'une solution sursaturée de ce nitrate. Non seulement M. Gernez a fait voir que des flocons de neige ou des sédiments

solides atmosphériques déterminent la cristallisation des solutions sursaturées de sulfate de soude, mais presque tous les corps exposés à l'air se comportent de même, de sorte que tous les corps, comme les poussières, renferment du sulfate de soude en traces parfois difficiles à déceler à l'aide des procédés chimiques, mais qui peuvent être rendues évidentes en se servant de solutions sursaturées de ce sel comme réactifs.

La diffusion de la soude à l'état de sulfate se trouve donc démontrée, et, en effet, comme ce sulfate existe dans les eaux minérales, fluviales, maritimes, il doit se trouver aussi dans le sol; comme il a une tendance à cristalliser à la surface des corps poreux dans un état de division extrême, le moindre vent doit l'emporter et le déposer sur tous les corps qu'il peut rencontrer; la simple évaporation à l'air libre des eaux renfermant du sulfate de soude peut donc être une cause de la présence de ce sel dans l'air. Il en est de même pour tout corps soluble contenu dans les eaux; le sel ainsi dissous peut être entraîné par l'évaporation de ses solutions et se trouver en petite quantité dans les portions voisines de l'atmosphère environnante; le fait a été constaté, par exemple, sur le perchlorure de fer, en évaporant une de ses dissolutions au-dessous du point d'ébullition de la liqueur.

D'autres causes encore favorisent la présence du sulfate de soude dans l'air; le gaz sulfureux, l'hydrogène sulfuré produit dans l'atmosphère, s'y transforment facilement en acide sulfurique qui, au contact du sel marin provenant des eaux de la mer, donne du sulfate de soude; d'autre part, le carbonate de soude, en présence du sulfate de chaux et d'un grand nombre d'autres sulfates, donne du sulfate de soude et des carbonates, de sorte qu'il demeure établi que le sulfate de soude se forme de ces différentes façons, et qu'en présence des corps poreux et humides dont la croûte terrestre est formée, il se dépose en fragments très ténus que

le moindre souffle emporte partout. Quelle que soit d'ailleurs l'origine du sulfate de soude dans les eaux et dans le sol, on voit que le sodium, sous cet état, est un élément des plus fréquents dans l'atmosphère.

Sel marin. — On y trouve également, mais d'une manière plus exceptionnelle, du sel marin, qui peut cristalliser en cubes lors de l'évaporation des eaux météoriques; on a constaté sa présence dans l'eau de fusion de la neige recueillie au haut de la tour de Notre-Dame en décembre 1874; mais les poussières atmosphériques, les résidus d'eaux météoriques demeurent sans action sur les dissolutions sursaturées d'acétate, borate, hyposulfite, phosphate de soude, ce qui démontre que ces substances, bien qu'efflorescentes, ne se rencontrent qu'accidentellement dans l'atmosphère; il en est de même des dissolutions sursaturées d'azotate de chaux et de chlorure de calcium, qui peuvent être abandonnées à l'air sans se troubler, de sorte que des germes de ces corps ne se trouvent pas dans l'atmosphère.

Poussières accidentelles. — A côté des poussières que l'air renferme presque continuellement d'une façon normale, il en est de plus exceptionnelles qui sont d'origine volcanique : telle fut une poussière tombée en Norvège en même temps que de la neige, le 29-30 mars 1875 ; elle était grise, fibreuse, formée de grains criblés de bulles de 0,02 à 0,03 de millimètre de grosseur; elle était formée de fragments de ponce bien caractérisés, auxquels le barreau aimanté enlevait de petits grains de fer oxydulé en cubo-octaèdres de 0,02 de millimètre de diamètre; cette matière, traitée par de l'acide fluorhydrique concentré, laissait un léger résidu de cristaux fort nets, où le pyroxène dominait.

De nombreux exemples témoignent du transport à de grandes distances de cendres volcaniques, de poussières diverses, de cendres provenant de grands incendies; du sable qui s'est abattu le 7 février 1863 sur la partie occi-

dentale des Canaries, venait, selon toute probabilité, du Sahara, éloigné de plus de 32 myriamètres de ces îles; plus récemment, la cendre d'un incendie de Chicago est arrivée aux Açores le quatrième jour après le commencement de la catastrophe; le célèbre brouillard sec qui, en 1783, couvrit l'Europe pendant trois mois, avait d'abord paru à Copenhague, où il persista durant cent vingt-six jours : il avait pour cause une éruption en Islande. En septembre 1845, un transport de même origine, mais beaucoup moins considérable, fut observé aux îles Shetland et aux Orcades : il provenait d'une éruption de l'Hécla du 2 septembre 1845, et les poussières avaient parcouru plus de 800 kilomètres. Les poussières tombées en Norvège le 30 mars 1874 provenaient également d'une éruption d'Islande, où un phénomène de ce genre eut lieu dans le NW., près de Myratu, et qui, commencé en décembre, continuait encore en février. La poussière tombée pendant le cyclone de 1879, à Palerme, Naples, etc., était jaune plus ou moins faible; on y trouva des sphérules et globules noirs attirables à l'aimant; les diamètres de ces globules ferrugineux étaient compris entre 0,004 et 0,028 de millimètre à Palerme, de 0,007 à 0,020 de millimètre à Naples, de 0,011 à 0,040 de millimètre à Termini; ils concordaient assez bien avec les dimensions de sphérules magnétiques tombés au fond de la mer sur les côtes de l'Algérie et de la Tunisie. Dans la région de l'Etna, une pluie de cendres tombée du 24 au 29 mai 1886, et recueillie à l'Observatoire de Palerme, contenait de petits cristaux laminaires caractéristiques des éjections de l'Etna. Des phénomènes du même genre ont été observés après l'éruption du Krakatoa.

En résumé, et en laissant de côté les poussières qui sont temporairement introduites dans l'atmosphère par des éruptions volcaniques ou d'autres accidents, nous voyons que l'air ne contient, d'une façon normale, qu'un petit

nombre de métaux, dont le *sodium*, le *calcium*, le *magnésium*, l'*aluminium* et surtout le *nickel*, le *cobalt* et le *fer*. Ils ont une origine terrestre, à l'exception de ces derniers, qui peuvent provenir des profondeurs de l'espace. La proportion des matières solides de l'air ne paraît pas assez considérable pour jouer un rôle bien important dans la physique du globe, mais, parmi elles, il y a environ un tiers de matières organiques très combustibles, contenant des germes vivants, dont l'étude concerne la biologie et qui remplissent ainsi un rôle très important par les conséquences pathologiques qu'elles entraînent.

A. DITTE,
de l'Institut,
professeur à la Sorbonne.

Revue climatologique mensuelle.

DÉCEMBRE 1904.

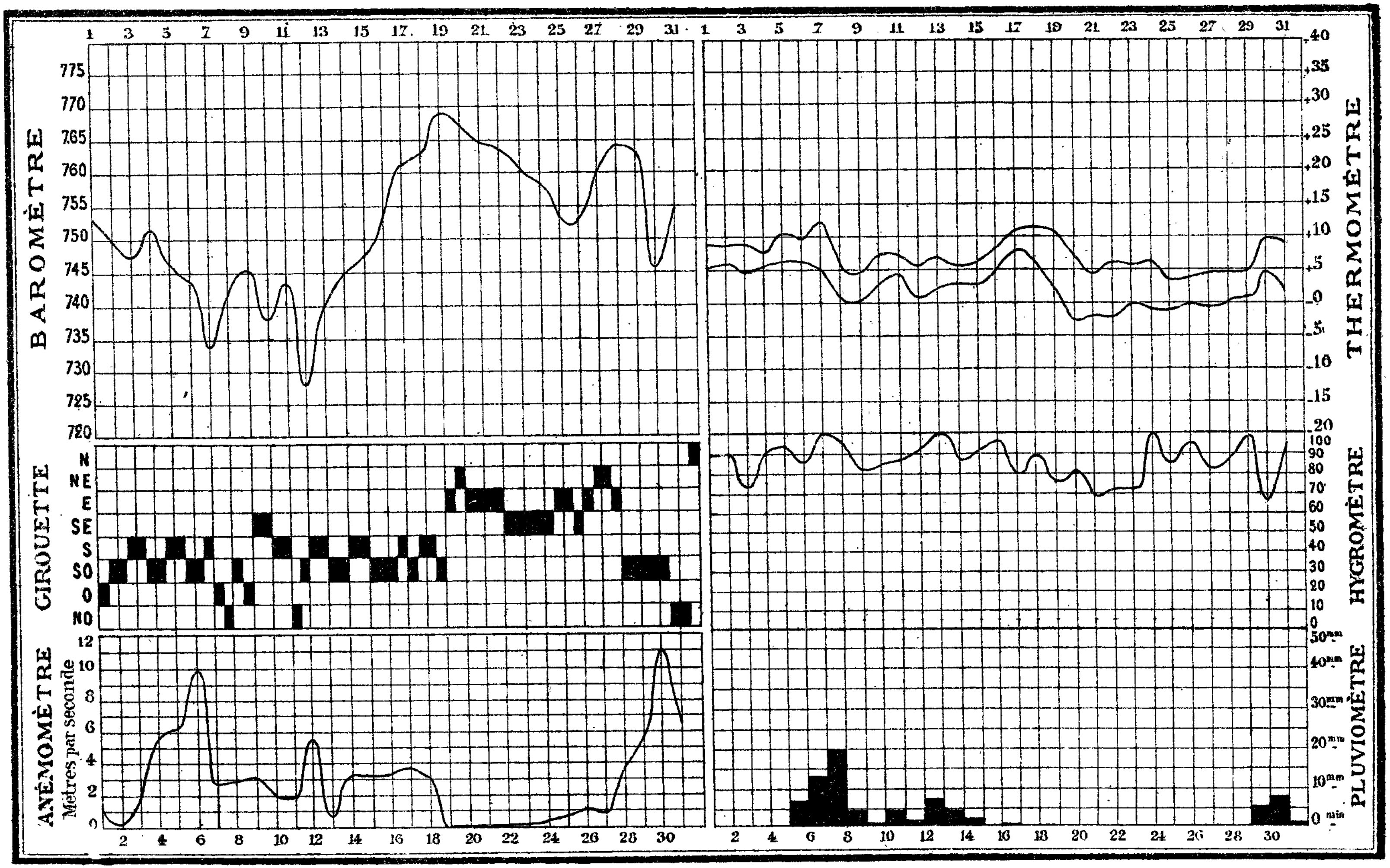
Un temps doux — exceptionnellement doux même à certains moments — a régné pendant tout le mois de décembre dernier.

Du 1er au 7 la moyenne thermométrique s'est élevée à 7°7 (normale = 3°4), et du 16 au 19, à 8°0 (normale = 2°6). C'est la température de la fin d'octobre.

Du 8 au 15 on n'a enregistré comme moyenne que 4°2, mais cette valeur est néanmoins de 1°8 supérieure à la normale. La dernière période du mois (du 20 au 29) a donné une moyenne moins forte encore, 2°3, mais toujours au-dessus de la normale (de 0°8).

Quelques gelées peu intenses se sont produites alors. Le 20, date du minimum absolu du mois, le refroidissement de l'air près du sol, à la surface du gazon, a été considérable à Uccle par rapport à l'abaissement thermique à 1m50 de hauteur, sous abri. Alors que dans ces dernières conditions

OBSERVATIONS D'UCCLE — Decembre 1904.



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

le mercure n'est pas allé plus bas que — 2°8, dans les autres il est descendu jusqu'à — 12°3. Pareil écart s'observe rarement.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	753,5^{mm}	752,0^{mm}
— — — la plus élevée.	764,3	. .
— — — — basse.	743,1	. .
Température moyenne du mois. . . .	2°4	5°0
— — la plus élevée . .	7,2	. .
— — — basse . .	— 5,5	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	15,3	12°0
Minimum — — . . .	—16,9	—2,8
Nombre de jours de gelée	13	7
— maximum de jours de gelée . .	31	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	62	37
— — (total possible) . . .	247	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW (35), S (16), W (15), E (13)	SW (30), S (22) E (17), SE (11)
Vitesse moyenne du vent.	4,7^{m}	2,9^{m}
Humidité à midi	87,6	87,0
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	0,6^{mm}	0,6^{mm}
— totale du mois	19	19
Hauteur de pluie tombée	49	75
— de neige —	11	4
— totale d'eau —	60	79
— maximum —	164	. .
— minimum —	5	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	18	17
— de pluie	15	22
— de neige	5	4
— de grêle	0,7	2
— de tonnerre	0,1	0
— de brouillard	11	10
— couverts	7,4	4
— sereins	0,8	0
Nébulosité moyenne	7,5	8,3

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins $0^{mm}05$. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière ininterrompue. — Les jours sereins sont ceux où l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

LOCALITÉS.	Plus basse tempéra-ture.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	—2°8	8
Ostende (phare)	—3,8	9
Middelkerke	—4,0	8
Furnes	—3,7	10
Ypres	—4,8	12
Iseghem	—3,3	11
Somergem	—4,6	10
Tournai	—3,2	9
Mons	—5,7	10
Paturages	—4,2	7
Borsbeke	—4,0	8
Bruxelles (Jardin botanique)	—3,5	5
Bruxelles (Nouveau Marché-aux-Grains)	—0,1	2
Uccle (Observatoire)	—2,8	7
Malines	—3,2	5
Anvers	—2,7	8
Brasschaet	—4,8	13
Turnhout	—3,2	8
Bourg-Léopold	—4,6	14
Maeseyck	—4,7	8
Saint-Trond	—2,5	8
Goyer	—3,5	9
Gingelom	—4,5	10
Cointe (Liége)	—2,8	6
Hermalle-s/Huy	—3,5	8
Tilff	—5,1	8
Huy (Statte)	—4,9	8
Huy	—3,6	10
Namur	—3,3	9
Maredsous	—4,1	10
Florennes	—4,5	13
Donstiennes	—3,8	10
Dinant	—5,5	—
Thimister	—4,2	9
Verviers (ville)	—4,7	9
Verviers (tir)	—4,6	9
Spa	—5,0	13
Barrage de la Gileppe	—6,3	12
Hestreux	—5,5	13
Hockai	—6,3	21
Stavelot	—7,2	10
Ville-du-Bois	—7,4	21
Bernistap	—8,3	16
Wéris	—3,6	12
Barvaux-s/Ourthe	—7,4	10
Laroche	—5,2	9
Bastogne	—6,2	19
Beauplateau	—5,1	16
Libramont	—5,6	15
Carlsbourg	—5,3	14
Arlon	—4,1	17
Etalle	—6,2	16
Virton	—5,8	12

La plus basse température, avons-nous dit, a eu lieu le 20. Il importe toutefois de remarquer, que dans la soirée du 31 décembre une chute thermométrique importante s'est déclarée et a donné le 1er janvier un minimum de — 8°3; à minuit le froid était déjà de — 4°4, mais nous ne pouvons considérer cette gelée comme constituant le minimum nocturne vrai de décembre.

Le maximum absolu, 12°0 à Uccle, a été noté le 6. Au milieu du mois, le 17, on a encore constaté 11°6.

Dans son ensemble, décembre dernier a été trop doux de 2°6, et sa moyenne thermique n'est que de 0°3 inférieure à celle de novembre.

Si décembre 1904 a été doux, il a, par contre, été très nébuleux. Du 1er au 18 on n'a joui de la présence du soleil que pendant *sept* heures. Le reste du mois a été un peu plus favorisé : il a compté 30 heures d'insolation.

Quatorze jours ont été entièrement privés des rayons de l'astre.

La hauteur de pluie a été en général sensiblement supérieure à la hauteur normale, et dans un certain nombre de stations du bassin de la Meuse d'intenses précipitations tombées les 6 et 7 ont conduit à un total mensuel assez remarquable.

Le 6.

HAINAUT.	mm
Tournai	27,4
Mont-sur-Marchienne	28,0
Charleroi	25,0
Nalinnes	28,5

BRABANT.	mm
Houtain-le-Val	20,8
Bruxelles	24,0

ANVERS.	mm
Malines	21,6

NAMUR.	mm
Maredsous	33,9
Florennes	33,4
Dinant	31,0
Bauche-Yvoir	32,6
Spontin	29,6
Assesse	21,0

LIÉGE.	mm
Huy	22,0
Huy-Statte	20,7

LIÉGE (*suite*).	mm	LUXEMBOURG.	mm
Hermalle-sous-Huy	21,0	Bernistap (Tavigny)	33,2
Tilff	25,4	Wéris	30,0
Thimister	26,8	Barvaux	30,0
Stembert (Verviers)	23,4	La Roche	28,6
Theux	28,3	Bourcy	30,0
Spa	32,0	Bastogne	39,0
Barrage Gileppe	26,0	Libramont	66,8
Hestreux	25,0	Carlsbourg	44,0
Hockai	30,0	Étalle	40,0
Stavelot	35,0	Arlon	36,5
		Virton	29 0

Le 7.

	mm		mm
Mouscron	23,0	Charleroi	24,0
Comines	24,0	Nalinnes	24,9
Leers (Nord)	27,0	Donstiennes	25,0
Haulchin	24,0	Walcourt	30,0
Herbières	21,0	Huy	27,0
Paturages	23,2	Huy-Statte	25,0
Anderlues	27,0	Hermalle-sous-Huy	25,8
Mont-sur-Marchienne	22,6	Cointe (Liége)	24,8

Total du mois.

	mm		mm
Tournai	104	Arlon	112
Charleroi	111	Bastogne	127
Nalinnes	136	Ville-du-Bois	109
Maredsous	105	Stavelot	123
Florennes	101	Hockai	122
Carlsbourg	133	Sart	105
Etalle	117	Spa	108
Libramont	183	Thimister	111

Les pluies intenses des 6 et 7 dans le bassin de la Meuse ont fait monter le fleuve rapidement et dans des proportions très notables. Du 6 au 8, son niveau s'est élevé de $2^{m}67$ à Liége, de $2^{m}83$ à Visé et de $2^{m}78$ à Maeseyck. En ce dernier point, la hausse n'a pris fin que le 9, et la montée des eaux y a atteint $3^{m}04$ du 6 au 9.

La plus grande partie de l'eau recueillie en décembre est tombée du 5 au 14 (64^{mm} à Uccle). Du 15 au 28 il n'a guère

plu ($0^{mm}6$ seulement), puis d'assez fortes précipitations sont survenues les 29 et 30.

Il y a eu quelques chutes de neige peu importantes, principalement le 8 et à la fin du mois. A la date du 31, on mesurait une couche de :

0,3 centimètre à Groenendael (près de Bruxelles);
3 centimètres à Hestreux (forêt d'Hertogenwald);
4 — à Carlsbourg;
7 — à Lomprez (près de Wellin);
17 — à Hockai;
19 — à Saint-Roch (près de Durbuy).

Le 12, on avait déjà observé 4 centimètres à Hestreux et à Chiny et 8 à Bastogne.

Les vents de SW. et de S. ont été très prédominants du 1er au 18, puis, jusque vers la fin du mois, c'est l'E. et le SE. qui ont régné presque constamment.

En général, le vent a été faible, sauf du 4 (soirée) au 6 et le 30. C'est le 6 surtout que l'air a été violemment agité, comme on peut s'en rendre compte à l'examen du tableau ci-dessous, qui donne, pour des durées de cinq minutes, toutes les vitesses moyennes atteignant ou dépassant 20 mètres à la seconde :

de 18^h45^m à 18^h50^m	22^m3
19. 0 à 19. 5	20,0
19.10 à 19.15	23,3
19.15 à 19.20	21,7
19.20 à 19.25	22,0
19.25 à 19.30	23,0
19.35 à 19.40	20,1
19.45 à 19.50	21,7
20. 0 à 20. 5	20,3
20. 5 à 20.10	20,0
20.30 à 20.35	20,7
20.55 à 21. 0	20,0

De 11 à 22 h., vitesse moyenne de 14^m0 à la seconde;

De 18 à 21 h., vitesse moyenne de 18^m7, et de 19 à 20 h., de 20^m1, avec pression de 66 kilogrammes par mètre carré à 19 h. 52 m.

Après 22 h., le vent tombe rapidement : de 22 à 23 h., sa vitesse n'est plus que 4^m2 à la seconde, et de 23 à 24 h., que de 1^m7. Puis, de minuit à midi, on n'enregistre que 0^m3, et pendant plusieurs heures il y a même calme complet.

Le 30, la moyenne anémométrique s'est élevée à 12^m5 pour l'intervalle compris entre 3 et 20 h., et à 15^m3 (maximum horaire) pour l'intervalle entre 8 et 9 h. Un coup de 67 kilogrammes par mètre carré se produisit à 17 h. 20 m.

Du 19 au 23 décembre, le mouvement de l'air ne fut que de 0^m1 à la seconde, et du 24 au 27, que de 0^m8.

Le 7, vers 15 $^1/_2$ h., le baromètre a monté brusquement, en quelques minutes, de 3 millimètres; une chute non moins brusque, de 1 $^1/_2$ mill., a suivi, puis le mercure a repris une marche ascendante rapide, caractérisée au début par une série de petites oscillations très curieuses. Cet intéressant phénomène barométrique coïncidait avec le passage d'un minuscule tourbillon de caractère orageux, dont les effets se sont plus particulièrement fait sentir dans la région de Huy et sur le plateau de Herve. C'est ce qui ressort des communications que nous avons reçues de plusieurs observateurs, et dont les principales sont reproduites ci-après :

Huy-Statte. — Le mercredi 7 décembre 1904, à 16 h. 15 m., on a observé ici et dans la région de Huy, un coup de vent d'une violence telle qu'on doit supposer que l'on a eu affaire à une trombe.

Le coup de vent, coïncidant vraisemblablement avec le passage du centre de dépression (le baromètre marquait auparavant $739^{mm}4$, à 0° et au niveau de la mer), avait été précédé, à environ 5 minutes d'intervalle, d'un éclair et d'un roulement de tonnerre.

La rafale, accompagnée de grêle, de neige roulée et de pluie, s'est produite à 16 h. 15 m. (temps officiel) et a duré à peine 3 minutes; le pluviomètre a accusé une chute d'environ 3 millimètres d'eau et le baromètre a éprouvé une hausse brusque de 2 millimètres.

Le vent paraît avoir été surtout violent à Huy-ville, où beaucoup de toitures ont été fortement endommagées : quantité d'ardoises, de tuiles et de pièces de zinc ont été arrachés. Des arbres ont été déracinés, d'autres ont perdu de grosses branches, cassées net par le vent.

On signale aussi assez bien de carreaux brisés par les grêlons, dont la

grosseur ne paraît cependant pas avoir été extraordinaire, et quelques toitures enlevées tout d'une pièce.

Sur le pont de la Meuse à Huy, la partie supérieure d'un réverbère en fonte, construit très solidement, a été brisée et précipitée dans le fleuve.

Depuis l'ouragan du 12 mars 1876, on n'avait plus observé dans cette région d'effets mécaniques du vent aussi puissants.

La tourmente, d'après ce que l'on dit, aurait sévi également à Ampsin, localité située sur la Meuse à 5 kilomètres en aval de Huy, et à l'ENE. de cette ville.

A Huy-Statte, au moment de la rafale, le vent soufflait d'une direction sensiblement WNW. (*L. Jadot.*)

Huy (ville). — Tempête avec allure de trombe à 16^h20^m, par vent de SW. D'abord éclair et coup de tonnerre prolongé, puis, après une certaine attente, vent violent passant avee une vitesse excessive, pluie battante et grêle. Malgré la grande obscurité, on distingue un nimbus noir, d'une superficie très limitée, d'où émane la trombe. La largeur du cyclone était à Huy de 150 à 200 mètres. (*L. Dumas.*)

Thimister. — A 17 heures, tempête épouvantable à Thimister, de cinq à six minutes de durée. Le vent déracine des arbres et fait pleuvoir partout une grêle de tuiles et d'ardoises. Beaucoup de toitures sont entièrement enlevées par l'ouragan. Le vent tombe dans la soirée. (*X. Lacrosse.*)

Outre l'orage du 7 observé dans la vallée de la Meuse, de Namur à Liége, et qui marchait à raison de 25 mètres à la seconde environ, nous avons encore à signaler les manifestations orageuses ci-après :

Le 8, orage sur le littoral et au nord des Flandres, avec chutes de foudre à Clemskerke (ferme) et à Vlisseghem (église) ; des éclairs sont aperçus à Spontin et à Yvoir, au nord de Dinant ;

Le 30, orage à l'est de la province de Liége, depuis Tilff et Esneux sur l'Ourthe, jusqu'à la frontière prussienne.

Le minimum d'humidité relative, 30 p. c., a été observé le 30.

Pendant la première quinzaine de décembre, l'atmosphère a été constamment troublée sur l'Europe occidentale, des dépressions successives et rapprochées ayant pénétré sur le continent par le NW. ou l'W. des Iles bri-

tanniques. L'arrivée de ces troubles fut précédée, du 3 au 5, d'une agitation magnétique assez accentuée.

Dès le 5, un profond minimum apparaît au N. des îles Shetland; il provoque les vents violents, les pluies abondantes et les manifestations orageuses dont nous avons parlé plus haut. A peine a-t-il disparu, qu'un nouveau centre de dépression se montre (le 9), cette fois au SW. de l'Irlande. Un autre le suit, et s'annonce le 11 au NW. de l'Écosse; il est lui-même bientôt remplacé par une dernière dépression, qui survient le 14. Mais une modification importante se prépare dans la constitution atmosphérique générale : les basses pressions sont refoulées, à partir du 17, sur l'extrême nord de la péninsule scandinave, et une aire de hautes pressions s'avance sur nos régions. Elle s'étale sur la Belgique les 19 et 20; c'est alors que la girouette tourne chez nous vers l'E. et que commence la période de calme signalée précédemment.

Les hautes pressions se maintiennent, mais en faiblissant lentement, jusqu'au 29. A cette dernière date, des indices de trouble se manifestent au NW., le vent se lève, et le lendemain on voit apparaître un centre de tempête près de la pointe sud de la Norwège. Une grande partie de l'Europe subit l'influence de cette vaste dépression, dont le foyer, le 31 au matin, occupait la Pologne. Les vents forts, les phénomènes orageux et les chutes de neige observés chez nous du 29 au 31 lui sont attribuables.

Du 12 au 19, le baromètre a éprouvé une hausse considérable : il a passé de $728^{mm}1$ à $769^{mm}1$; son niveau a donc monté de 41^{mm} dans l'intervalle de ces sept jours. (Voir le diagramme.)

Le 15, à 17 heures, M. L. Dumas a observé à Huy une double couronne lunaire des plus nettes. Les couleurs du spectre étaient bien visibles dans chacune des couronnes. Des nuages intermédiaires entre les cirro-cumulus et les alto-cumulus passaient *au-dessous*.

A. LANCASTER.

Revue climatologique annuelle.

La marche de la température est intéressante à observer depuis un quart de siècle.

Après une série d'années chaudes, précédées d'une année très froide — la plus froide peut-être du XIXe siècle (1879), — se déclara en 1885 la longue période de refroidissement qui persista jusqu'en 1892, et sur laquelle nous fûmes le premier à appeler l'attention (1). Depuis, nous traversons de nouveau des années marquées, à deux exceptions près, par un excès thermique, et 1904 est à compter parmi elles.

De 1885 à 1892 (huit années), la température présenta un écart moyen *négatif* de 0°6. En 1887 et 1888, cet écart atteignit 1°2.

De 1893 à 1904 (douze années), l'écart est *positif* et il s'élève en moyenne à 0°4. Deux années, 1895 et 1902, ont donné un écart négatif (0°4 et 0°3 respectivement). Il reste donc dix années à température supérieure à la normale.

Pour 1904, l'excès de chaleur est de 0°5, et il a été surtout fourni par le printemps et l'été, ainsi que par le mois de décembre qui vient de finir.

Voici d'ailleurs, pour chaque mois, la différence en plus ou en moins relativement à la température moyenne normale :

Janvier	— 0°2
Février	+ 0,8
Mars	— 1,0
Avril	+ 1,5
Mai	+ 0,9
Juin	— 0,5
Juillet	+ 2,3
Août	+ 0,6
Septembre	— 1,2
Octobre	+ 0,1
Novembre	0,0
Décembre	+ 2,6

(1) Voir la 8e année de *Ciel et Terre*, p. 530, et aussi la 10e, p. 121.

Les plus grands écarts *positifs* se sont produits en juillet et en décembre; les plus grands écarts *négatifs*, en mars et en septembre. D'une part vers le solstice, d'autre part vers les équinoxes.

Si l'on examine en détail la marche du thermomètre en 1904, on note les inflexions caractéristiques suivantes qu'elle a présentées :

		Différence avec la normale.
Janvier	19-26	— 3°2
Février	8-14	+ 4,0
Févr. 24—Mars 6		— 4,9
Avril	13-16	+ 8,1
Mai	7-12	— 3,2
—	13-18	+ 3,7
—	25-31	+ 4,9
Juillet	8-26	+ 3,4
Juill. 30—Août 7		+ 3,9
Septembre	20-24	— 4,6
Octobre	7-17	— 3,2
—	18-25	+ 4,4
Novembre	23-29	— 3,7
Décembre	1- 7	+ 4,3
—	16-19	+ 5,4

La plus haute température de l'année a été constatée le 15 juillet. Elle a été de 33°7 à Uccle. En quelques points elle a dépassé 35°, notamment à Huy (35°6), à Bourg-Léopold (35°7), à Donstiennes (36°0), au barrage de la Gileppe (36°0), à Étalle (36°2) et à Virton (36°4). En d'autres points, elle est restée voisine de 32°: Cointe (Liége), 32°1; Verviers et Hestreux (forêt d'Hertogenwald), 32°0; Tournai, 31°7.

La plus forte gelée a été notée en janvier ou en février, suivant les lieux: à Uccle, le 1er janvier (—9°6). Les minima les plus accentués ont naturellement été observés en Ardenne : —12°9 à Stavelot, —13°2 à Ville-du-Bois (Vielsalm), —13°5 à la Baraque Michel, —14°0 au barrage de la

Gileppe et à Hockai, — 14°5 à Bernistap, près de Tavigny. Les minima les moins bas ont été relevés à Iseghem (—7°4), à Gand (—7°2), à Anvers (—7°2) et à Bruxelles-bas (—6°9).

Si, comme nous l'avons vu plus haut, nous traversons une série d'années chaudes depuis une période assez longue déjà, nous subissons aussi depuis 1891 une sécheresse assez prononcée, que l'année 1904 n'a fait que confirmer. Le déficit d'eau a été, pour l'année dernière, de 120 millimètres, ou de $^1/_6$ de la hauteur annuelle normale. La moyenne du déficit pour les quatorze années dont 1904 termine la série s'élève à 55 millimètres environ. On a donc, depuis 1891, été privé au total de 770 millimètres, quantité qui surpasse de 50 millimètres la hauteur de pluie d'une année.

En 1904, toute la période s'étendant d'avril à octobre a été fort sèche, d'une manière ininterrompue. Le déficit d'eau pour cet ensemble de sept mois a atteint 152 millimètres ou *un tiers* exactement de la valeur normale.

Aucun mois n'a été marqué par des précipitations copieuses; décembre a reçu 19 millimètres en trop, et février 12. Voici, pour chacun des mois de l'année, le surplus ou le déficit d'eau par rapport à la moyenne :

Janvier	— 4mm
Février	+ 12
Mars	+ 5
Avril	— 31
Mai	— 15
Juin	— 25
Juillet	— 23
Août	— 24
Septembre	— 5
Octobre	— 29
Novembre	0
Décembre	+ 19

La sécheresse a eu à peu près le même degré d'intensité relative au cours de toute la période avril-août.

La quantité de neige a été un peu inférieure à la normale ($^1/_4$ en moins). C'est janvier qui en a fourni le plus ($^1/_3$ du total de l'année).

La plus grande hauteur d'eau tombée en un jour a été de 29^{mm}85, le 13 septembre.

Le nombre de jours d'eau mesurable au pluviomètre a été sensiblement inférieur à celui que l'on note dans une année ordinaire (158 au lieu de 195).
Le nombre de jours de neige (29) a été normal.

L'humidité relative de l'air a été très faible pendant les mois de juillet et d'août ; au cours de toute l'année d'ailleurs, sauf en mars, en mai et en novembre, elle s'est maintenue au-dessous de la valeur normale. Voici, pour chaque mois, l'écart moyen avec celle-ci :

Janvier	— 1,4 p. c.
Février	— 2,5
Mars	+ 6,8
Avril	— 1,7
Mai	+ 3,1
Juin	— 0,5
Juillet	— 14,2
Août	— 14,1
Septembre	— 6,4
Octobre	— 5,1
Novembre	+ 1,5
Décembre	— 0,6

Le plus faible degré hygrométrique de l'année a été de 20 p. c., le 16 mai. On a encore noté 22 p. c., le 20 juillet.

Le régime des vents ne s'est pas écarté sensiblement de celui d'une année ordinaire. L'W. a été un peu moins fréquent que de coutume, en faveur du NE. Voici comment

se fait le classement des huit directions principales, en pour cent du total général des observations de l'année :

	1904.	Année normale.
SW.	25	29
NE.	15	10
S	15	12
W	11	17
E	10	11
N	9	7
SE.	9	6
NW	6	8

C'est le vent de NW. qui a soufflé le moins souvent, alors qu'habituellement c'est le SE.

L'air a été en général très calme en 1904, sauf en février. A partir de mai jusqu'à la fin de l'année la faible agitation de l'air a même été remarquable. Non moins exceptionnelle a été l'uniformité de la vitesse du vent : de juin à décembre, la moyenne mensuelle n'a varié qu'entre les étroites limites de 2^m9 en décembre (normale = 4^m7) et 2^m2 en juin (normale = 3^m4).

La période mai-décembre donne normalement une vitesse moyenne de 3^m9; cette fois, la moyenne est descendue à 2^m6. Mars, qui a habituellement la plus forte moyenne (5^m2) de l'année, n'a donné en 1904 que 3^m8. Par contre, la moyenne de février s'est élevée à 6^m5 (normale = 4^m6).

La plus grande vitesse pour un intervalle de 24 heures (minuit à minuit) a été de 12^m8 à la seconde, le 13 février. Juste un mois auparavant, le 13 janvier, on avait déjà noté 12^m6.

La plus grande vitesse pour la durée d'une heure a atteint 17^m7, le 14 janvier, de 12 à 13 h., et la plus forte pression du vent a été de 73 kilogrammes par mètre carré, le 13 février, vers 11 h. du matin.

Le nombre d'heures de soleil a été à peu près normal

pour l'ensemble de l'année, mais, depuis l'origine des observations (1886), mars n'en avait jamais compté aussi peu (66 seulement), ni juillet autant (309). Décembre a été le mois le moins ensoleillé (37 heures).

On a compté 66 jours sans le moindre rayon de soleil.

Parmi les autres éléments météorologiques, il y a lieu de signaler la moyenne barométrique exceptionnellement basse de février ($744^{mm}5$ au lieu de $752^{mm}8$).

La comparaison des données recueillies en 1904 avec celles déduites d'un grand nombre d'années d'observations, conduit aux remarques suivantes :

Pression atmosphérique plus forte de $0^{mm}4$;
Température plus élevée de $0^{\circ}5$;
Nombre de jours de gelée en moins : 6;
Heures de soleil en moins : 83 ;
Degré hygrométrique moins fort de 2.9/100;
Hauteur de pluie en moins : 106^{mm};
Hauteur de neige en moins : 14^{mm};
Nébulosité plus forte de 0.4/10;
Vitesse du vent moins forte de $0^{m}9$;
Jours d'eau recueillie : 37 en moins;
Jours de pluie : 16 en plus;
Jours de neige : nombre normal;
Jours de grêle : 3 en moins;
Jours de tonnerre : nombre normal;
Jours de brouillard : 4 en plus.

Après avoir indiqué le caractère général du temps en 1904, nous rappellerons les faits climatologiques les plus saillants survenus au cours des différents mois de cette année :

Janvier. — Temps variable, mais normal.

Minimum thermométrique absolu de l'année ($-9^{\circ}6$ à Uccle) le 1er.

Phénomènes orageux le 14.

Vent du S. exceptionnellement fréquent.

Forte agitation de l'air du 10 au 16.

Précipitations normales.

Quelques chutes de neige entre le 8 et le 17.

Février. — Temps doux, très venteux et très pluvieux.

Manifestations orageuses à diverses reprises.

Grande agitation de l'air du 6 au 17.

Réveil de la nature dès les premiers jours du mois.

Mars. — Grande fréquence des vents de la région comprise entre le N. et l'E.

Soleil rare.

Humidité de l'air forte.

Précipitations normales.

Avril. — Temps doux, et à certains moments très chaud, sec, et en général assez beau.

Phénomènes orageux fréquents.

Vent de SW. très prédominant.

Mai. — Temps sec et beau.

Température agréable.

Vents de SW. et de S. très fréquents.

Forte gelée blanche dans la nuit du 19 au 20.

Juin. — Temps très agréable : pas trop chaud, ensoleillé cependant, et sec.

Prédominance des vents de la région N.

Gelées blanches à plusieurs reprises.

Le 17, trombe désastreuse dans la région de Virton.

Juillet. — Temps exceptionnellement chaud.

Le 15, maximum thermométrique de l'année (33°7 à Uccle).

Sécheresse presque absolue du 27 juin au 23 juillet ($1^{mm}6$ d'eau seulement à Uccle).

Orages fréquents à la fin du mois.

Vent faible et variable.

Août. — Chaleurs intenses dans la première quinzaine, temps assez frais ensuite.

Précipitations faibles.

Sécheresse intense au nord du pays.

Vent faible et très variable.

Septembre. — Température normale dans la première quinzaine, temps fort beau dans la seconde : sec et très ensoleillé, mais froid.

Prédominance des vents de NE. et d'E.

Air très calme.

Belles lueurs crépusculaires vers le milieu du mois.

Octobre. — Température variable : froide du 7 au 17, douce du 18 au 25.

Vent très variable et faible.

Première partie du mois assez pluvieuse, seconde assez sèche.

Novembre. — Temps doux pendant la première quinzaine, assez froide à partir du 23.

Vents de SW. et d'W. très prédominants.

Grande agitation de l'air le 9 au matin.

Assez fortes neiges dans l'Ardenne à la fin du mois.

Phénomènes orageux à plusieurs reprises.

Soleil rare.

Décembre. — Temps doux, et même très doux à certains moments, mais ciel très nébuleux.

Prédominance des vents de SW. et de S.; violente agitation de l'air le 6.

Précipitations abondantes dans la première quinzaine.

Phénomènes orageux à plusieurs reprises.

Le tableau ci-contre permet de comparer l'état météorologique de l'année 1904 avec celui qui représente notre climat moyen. Les indications qu'il renferme se rapportent

aux observations faites à Uccle. Nous le faisons suivre d'un second tableau récapitulant les données météorologiques de chaque mois pour l'année écoulée.

Résumé climatologique de l'année 1904.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1904.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	752,5mm	752,9mm
— — — la plus élevée.	755,4	. .
— — — — basse.	749,9	. .
Température moyenne	9°5	10°0
— — la plus élevée . .	11,4	. .
— — — basse . .	7,7	. .
Maximum thermométrique absolu. . .	35,3	33°7
Minimum — — . . .	—20,2	— 9,6
Nombre de jours de gelée	60	54
— maximum de jours de gelée . .	93	. .
— minimum — . .	17	. .
Heures de soleil (total observé). . . .	1789	1706
— — (total possible) . . .	4456	. .
Vents dominants (proportion sur 100) .	SW(29), W(17) S(12), E(11)	SW(25), NE(15) S(15), W(11)
Vitesse moyenne du vent.	4,2m	3,3m
Humidité à midi	73,6	70,7
Évaporation moyenne d'un jour . . .	2,3mm	2,9mm
— totale de l'année	834	1057
Hauteur de pluie tombée	664	558
— de neige —	56	42
— totale d'eau —	720	600
— maximum —	1046	. .
— minimum —	449	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	195	158
— de pluie	190	206
— de neige	29	29
— de grêle	11	8
— de tonnerre	19	19
— de brouillard. . . .	69	73
— couverts	36	16
— sereins	9	2
Nébulosité moyenne	6,8	7,2

MOIS.	Pression barométrique à midi.	TEMPÉRATURE. Moyenne.	Maxi-mum.	Mini-mum.	Jours de gelée.	Heures de soleil.	Vitesse du vent.	Humidité relative à midi.	Évaporation.	EAU TOMBÉE. Pluie.	Neige.	Total.	JOURS d'eau recueillie.	de pluie.	de neige.	de grêle.	de tonnerre.	de brouil-lard.	couverts.	sereins.	Nébulosité moyenne.
	mm.						m.		mm.	mm.	mm.	mm.									
Janvier. . .	754,0	1°2	10°5	— 9°6	18	60	4,6	84,9	21	36	14	50	11	14	5	1	1	4	4	0	7,7
Février. .	44,5	3,6	10,5	—7,4	9	71	6,5	79,5	36	51	8	59	18	16	10	1	0	2	1	0	8,3
Mars. . . .	52,0	4,2	15,2	—7,0	12	66	3,8	79,5	38	44	9	53	13	17	4	0	0	10	1	0	8,4
Avril. . . .	52,0	10,5	26,2	— 0,2	1	162	4,6	62,4	128	15	0	15	11	23	0	1	1	2	1	0	7,4
Mai	52,7	13,5	30,0	1,3	0	183	3,0	65,0	121	41	0	41	17	20	0	2	3	2	1	0	7,9
Juin	54,1	15,6	27,7	5,6	0	215	2,4	63,4	137	40	0	40	10	13	0	0	4	6	0	0	6,6
Juillet . . .	54,6	19,9	33,7	8,4	0	309	2,2	51,0	211	50	0	50	8	13	0	0	5	4	0	2	4,9
Août. . . .	54,1	17,9	32,5	7,6	0	275	2,5	52,2	202	50	0	50	11	16	0	0	3	0	0	0	5,9
Septembre .	55,0	13,4	24,8	1,7	0	161	2,3	65,3	86	60	0	60	12	16	0	0	1	7	0	0	6,1
Octobre . .	55,5	10,4	19,3	0,0	0	114	2,4	73,2	39	42	0	42	13	17	1	1	1	13	2	0	7,1
Novembre .	54,3	5,3	14,1	—3,4	7	53	2,8	85,1	19	54	7	61	17	19	5	0	0	13	2	0	8,3
Décembre .	52,0	5,0	12,0	—2,8	7	37	2,9	87,0	19	75	4	79	17	22	4	2	0	10	4	0	8,3
	mm						m														
Année . . .	752,9	10°0	33°7	—9°6	54	1706	3,3	70,7	1057	558	42	600	158	206	29	8	19	73	16	2	7,2

A. LANCASTER.

Les problèmes actuels de la Géophysique.

[Discours prononcé au Congrès international des Arts et Sciences de St-Louis, le 21 septembre 1904.]

Il est rare que l'on contribue aux progrès de la science sans avoir eu tout d'abord en vue la solution d'un problème concret, bien déterminé, même lorsque les résultats des recherches entreprises ont une portée très générale. L'histoire de la science fourmille d'exemples de travaux exécutés dans un but bien défini et dont le résultat fut important au point de vue de la science tout entière.

La Géophysique est simplement cette partie de la Physique (en comprenant dans celle-ci la Physico-Chimie) qui s'efforce d'expliquer l'histoire et l'état actuel de la Terre; c'est donc une branche bien distincte de la science appliquée, s'occupant de la solution d'un certain groupe de problèmes. Et pourtant, ceux-ci présentent un grand intérêt, outre qu'ils se rapportent à notre globe; et, en même temps, ils offrent, pour la plupart, de sérieuses difficultés expérimentales et théoriques. S'ils avaient été faciles, ils auraient probablement été résolus depuis longtemps, car beaucoup d'entre eux ont été posés et discutés depuis les débuts de la science moderne; c'est seulement parce qu'ils sont difficiles, et non parce que l'on a méconnu leur importance, que leur solution a été retardée.

Le but de cet article est d'examiner dans quel ordre il conviendrait d'aborder les questions désignées en général sous la rubrique : « Géophysique »; mais une énumération brève, et même incomplète, de divers problèmes au point de vue géologique donnera au sujet une unité et un intérêt humain qui lui feraient défaut sans cela.

Le domaine de la Géologie physique commence avec la nébuleuse solaire et la genèse du système Terre-Lune. Les harmonies du système solaire poussèrent les immortels

Kant et Laplace à rechercher l'origine des planètes, du Soleil et des autres étoiles dans des nébuleuses hétérogènes, qu'ils supposèrent s'être concentrées autour d'un ou de plusieurs noyaux. On n'est point parvenu à établir une hypothèse essentiellement différente de celle-là, et toute histoire du globe qui commence après la naissance de la planète ne nous satisfait qu'à demi. Dans le drame de l'Univers, il y eut des scènes prénébulaires, mais nous n'en avons encore actuellement aucune idée. L'hypothèse de la nébuleuse primitive, telle que son auteur l'a proposée, explique la similitude de composition entre les différents membres du système solaire, similitude que nous décèlent l'analyse des météorites et la spectroscopie (les faits révélés par celles-ci n'étaient pas connus de Kant et de Laplace). Cette hypothèse rend compte aussi de l'hétérogénéité de composition de la Terre, qui se manifeste dans la distribution asymétrique des océans, des chaînes de montagnes et des anomalies de la gravitation, ainsi que dans la curieuse localisation de certains minerais (d'étain et de mercure par exemple) et dans la prédominance de certains alcalis dans les roches, sur de grandes étendues.

L'hétérogénéité n'est toutefois pas fort grande. Le rapport général entre la pesanteur et la latitude, la forme presque sphéroïdale de la Terre et d'autres faits encore montrent que la densité est distribuée presque régulièrement, tandis que la différence entre le sphéroïde terrestre et la forme caractéristique d'un fluide de même masse et de même densité moyenne que la Terre, montre que les couches intérieures de même densité sont aplaties. Ces faits et d'autres du même genre prouvent à l'évidence que le globe a été fondu au moins à une profondeur considérable sous la surface de la nébuleuse en formation. Pourtant, Hougthon, et plus récemment le professeur Chamberlin, ont supposé que la concentration de la matière formant la nébuleuse fut si lente que la chaleur dégagée ne put

suffire à amener la fusion des éléments. L'hypothèse de la fusion superficielle n'est pas incompatible avec l'hétérogénéité dont il a été question plus haut; en effet, les lois de la diffusion dans des liquides visqueux expliquent qu'une homogénéité sensiblement parfaite ne pourrait pas être atteinte même après 50 millions d'années dans un liquide primitivement hétérogène et de masse égale au dixième de la Terre. D'autre part, il n'y a pas de raison spéciale d'admettre une homogénéité primitive dans la nébuleuse ou dans la Terre.

Le problème de la distribution de la densité dans la Terre est un des plus importants de la Géographie; il est aussi intéressant pour la Géodésie et le Magnétisme terrestre que pour la Géologie. La plupart des géophysiciens reconnaissent que la loi empirique de Laplace le résout d'une façon approximative, mais il est certain que ce n'est là qu'une approximation sans fondement théorique; seules des recherches étendues pourront la remplacer par une autre mieux établie.

On admet généralement aujourd'hui que la Terre est solide, quoique l'hypothèse de la fluidité, inventée par Descartes pour soutenir sa théorie erronée des tourbillons, ne se soit laissé écarter qu'à grand'peine. Lord Kelvin a montré, en parlant de l'étude des phénomènes de marée, que la rigidité de la Terre est à peu près celle d'un globe d'acier; le professeur Newcomb a prouvé que l'étude de la nutation de Chandler conduit à la même conclusion, et donne presque la même valeur pour le module de rigidité; le professeur George-H. Darwin a démontré que si la Terre est un liquide visqueux, sa viscosité doit être quelque 20 000 fois celle d'une poix cassante, à une température voisine du point de congélation de l'eau.

Au point de vue de la physico-chimie moderne et en considération de l'opinion du professeur Arrhenius, la question demanderait de nouvelles recherches. Il est notamment très

important de savoir si la Terre est une masse cristalline ou amorphe, car beaucoup de physico-chimistes considèrent aujourd'hui la matière amorphe comme un liquide; cette opinion est d'ailleurs loin d'être établie, et de récentes expériences faites par M. Spring montrent que la seule déformation, produite à des températures ordinaires, par une très faible absorption d'énergie, suffit à convertir des métaux cristallins en des substances offrant les caractères de corps amorphes. Depuis la fameuse découverte par Nordenskiöld de grandes masses de fer (terrestre) ou plutôt d'acier au nickel, au Groenland, et depuis que l'on a établi la présence dans les roches ignées de grands gisements du même métal, on a acquis des preuves de plus en plus fortes qu'une grande partie de la Terre se compose de matières semblables à celles qui forment les météorites métalliques; et l'on sait que le fer météorique est un corps très cristallin.

Il est remarquable que la rigidité moyenne de la Terre est environ celle de l'acier, car le seul corps que l'on puisse s'attendre à rencontrer en grandes masses continues, et ayant une telle rigidité aux températures et aux pressions ordinaires, c'est l'acier lui-même. Cependant, de la résistance opposée par la Terre à la déformation, on ne peut encore conclure qu'elle se compose principalement d'acier; on sait que la résistance élastique est fonction à la fois de la pression et de la température; tant que le rapport qui les lie n'aura pas été déterminé théoriquement et expérimentalement, il ne sera pas possible de contrôler l'évaluation de la rigidité au moyen de l'action des marées.

Après avoir montré que la Terre est un globe solide, lord Kelvin a calculé son âge à l'aide d'un des théorèmes de Fourier, en supposant, pour faciliter les calculs, que la température initiale était de 7000° Fahr. (environ 3900° C.) et que le pouvoir diffusif de la Terre est le même que le pouvoir diffusif moyen de nos roches. Ces suppositions, et le fait que la température, près de la surface terrestre,

augmente de 1° Fahr. par 50 pieds (1° C. par 27 mètres) de profondeur, firent conclure à un âge de 98 000 000 d'années; mais comme nous ne connaissons qu'imparfaitement les conductibilités et les chaleurs spécifiques de l'intérieur du globe, lord Kelvin conclut que le temps écoulé depuis le commencement du refroidissement est compris entre 20 000 000 et 400 000 000 d'années.

Clarence King alla plus loin, en s'appuyant sur des mesures faites à sa demande par le professeur Carl Barus, sur les changements de volume qui se produisent dans la diabase pendant la congélation, et sur l'action de la pression sur les points de fusion et de solidification. Partant de l'idée que la Terre ne peut jamais avoir eu une croûte flottant sur une couche liquide de densité inférieure, il calcula que la période maxima écoulée depuis la solidification superficielle est de 24 000 000 d'années, si du moins le gradient de la température superficielle et la conductibilité ont été correctement déterminés.

Ces recherches, ainsi que celles de Helmholtz sur l'âge du système solaire (celles-ci sont incomplètes, à cause de notre ignorance de la distribution de la densité dans le Soleil), ont eu comme effet de réduire l'âge attribué aux couches sédimentaires par les géologues ; beaucoup de ceux-ci, la plupart même, estiment aujourd'hui que moins de 100 000 000 d'années suffisent pour expliquer le développement des phénomènes géologiques. Pourtant la question ne peut être considérée comme résolue tant que nous ne connaîtrons pas mieux les conductibilités. Un noyau de fer, par exemple, amenant une plus grande conductibilité intérieure, ferait conclure à un plus grand âge pour la Terre que celui calculé par King, mais ne dépassant pas les conclusions de lord Kelvin.

Les recherches de Kelvin et de Darwin, complétant celles de Kant et d'autres, n'ont plus permis de douter que la

Lune ait été jadis plus près de la Terre que maintenant, et que la rotation de celle-ci ait été plus rapide, les méridiens étant en même temps plus elliptiques qu'aujourd'hui. Dans un liquide, une Terre cartésienne, le changement de forme aurait pu ne produire que des effets minimes sur la structure de la planète. Mais si la Terre est, pour la plus grande partie, une masse d'acier cristallin au nickel, il serait très possible qu'un tel changement de forme l'ait rompue. Depuis le temps où la Terre exécutait sa rotation en 5 h. 30 m., l'axe polaire doit s'être allongé de plusieurs centièmes, surtout depuis l'époque où le temps de rotation était de 11 heures (1). Si la Terre était surtout composée d'acier forgé, un tel allongement aurait pu se faire par déformation plastique; mais le fer météorique ressemble à de la fonte, ou plutôt à de l'acier non forgé, relativement cassant, et pourrait se rompre.

Or, il est indubitable que la majorité des profils des grands bassins océaniques et des principales lignes tectoniques du globe se trouvent à peu près sur des grands cercles tangents à l'océan Arctique (2) et au continent antarctique. Ces lignes, ou du moins la plupart d'entre elles, ont un âge géologique très avancé; leurs traits principaux étaient établis à l'époque des plus vieux fossiles connus, et, dans plusieurs cas, antérieurement même. Il me semble très possible que ces ruptures principales du globe soient dues au changement de figure corrélatif au changement de la durée de rotation; leur disposition symétrique par rapport à l'axe polaire est évidente, aussi bien que le

---

(1) *Cf.* THOMSON et TAIT, *Treatise on natural philosophy*, § 772, où l'on donne la durée de rotation et l'excentricité pour un fluide de la masse de la Terre et possédant sa densité moyenne. La table montre que lorsque la durée de rotation est de 5 h. 30 m., l'axe polaire a une longueur égale aux 95 centièmes de celle qu'il a quand la durée est celle d'un jour sidéral; pour une rotation en 10 h. 57 m., l'axe vaut les 99 centièmes.

(2) En 1857, le professeur R. Owen, de Tennessee, et, d'un autre côté, Benjamin Peirce attirèrent l'attention sur la tangence des côtes au cercle polaire (et non aux côtes de la mer Arctique et du continent antarctique); ils attribuaient tous deux ce fait à l'influence du Soleil.

fait qu'elles pénètrent à de grandes profondeurs. Elles doivent avoir été produites par quelque formidable force agissant dans la direction de l'axe et changeant l'ellipticité du méridien, car ces fissures n'auraient pu se former sans un changement dans la forme du globe, et le seul de ce genre que l'on connaisse est celui dont nous avons déjà parlé. D'autre part, si la Terre était homogène, on s'attendrait à trouver ces ruptures comprises dans des petits cercles de 45° de latitude, et non aux environs de 70°. Mais comme la Terre n'est pas homogène, cette discordance n'infirme pas la supposition.

Quoi qu'il en soit, des soulèvements, des affaissements et les contractions qui les accompagnent se sont produits à travers toute la géologie historique, c'est-à-dire la période pendant laquelle les fossiles servent de guide à travers la succession des couches. La théorie de la contraction est entièrement impuissante à rendre compte de déformations visibles dans les roches du globe; et celle de l'extravasion de roches ignées est également insuffisante. Je considère la Terre comme une machine dans laquelle la perte d'énergie thermale est accompagnée du transport d'une partie de la réserve dans la vaste quantité d'énergie externe qui se manifeste dans les soulèvements et les plissements des continents. On pourra probablement appliquer les mathématiques à la question, lorsque l'on aura fait certaines déterminations préalables.

La formation des montagnes n'est qu'un simple détail dans la grande question des soulèvements et des affaissements, mais elle présente des problèmes d'une infinie complexité, au point de vue expérimental et au point de vue théorique. Il est hors de doute que l'unité de déformation est souvent atteinte ou même dépassée dans des couches tourmentées et dans des couches du genre ardoise, mais les théories de l'élasticité et de la plasticité sont encore insuffisantes pour expliquer ces déformations dans les cas

compliqués. Des recherches sont faites en ce moment dans mon laboratoire sur des déformations élastiques et plastiques finies, et des résultats satisfaisants ont déjà été obtenus; mais je ne veux pas entrer ici dans les détails. On s'est également occupé de produire des déformations homogènes finies dans les roches, de sorte que la nature générale des fissures, des failles et des systèmes de fissures et tout le mécanisme de la production des failles sont maintenant parfaitement compris. La théorie de la division en couches du genre ardoise a donné lieu à une discussion à laquelle j'ai pris part; peu de mes collègues semblent partager mon opinion que cette espèce de division est due à l'affaiblissement de la cohésion selon des plans de glissement maximum, mais j'espère que mon opinion gagnera peu à peu du terrain.

La Sismologie est une science dont l'objet est vaste, mais elle manque encore presque entièrement de fondements théoriques. Les observations sismiques devraient fournir les moyens d'étudier les propriétés d'élasticité de la Terre dans toute sa masse, mais la théorie des vibrations d'un sphéroïde comme notre globe n'est pas encore établie. En attendant, les observations s'accumulent, mais on peut prévoir qu'elles contribueront bien peu à la solution du problème, tant qu'elles ne donneront pas la composante verticale des vibrations aussi bien que les composantes horizontales; en d'autres termes, nous devons connaître l'angle sous lequel émerge la vague sismique, aussi bien que son azimuth. Les causes et les conditions des tremblements de terre forment un groupe très intéressant; certains d'entre eux sont d'origine volcanique, c'est évident; d'autres semblent dus à un paroxysme dans la formation des failles; il est très possible, cependant, qu'une même cause agisse dans les deux cas.

Aucun sujet ne donne lieu à des opinions aussi diver-

gentes que l'origine et le mécanisme des volcans. Pour les anciens, ils étaient les bouches du fleuve Phlégéthon; pour ceux qui acceptent la théorie cartésienne, ce sont des voies de communication avec l'intérieur de la Terre; la plupart des géologues les croient reliés à des réservoirs souterrains pleins de matière fondue qui subsiste pendant des périodes indéfinies; enfin, il est vraisemblable que la lave puisse être expulsée dès que la masse en fusion s'est accumulée en quantité suffisante, à peu près comme l'eau peut se précipiter à travers une digue, lorsqu'elle a atteint une certaine hauteur. Les mouvements continuels des roches montrent qu'elles doivent être dans un certain état de déformation élastique, de façon qu'un mille cube donné résiste à la pression à la fois à cause de sa rigidité et de sa compressibilité. Si ce mille cube devient liquide, sa rigidité disparaît, et le changement de forme des masses qui l'environnent peut aider à son expulsion. Assurément, des gaz emprisonnés, et particulièrement les « jeunes eaux » du professeur Suess peuvent aussi jouer un rôle très important dans ce phénomène. Mais plus j'ai étudié le sujet, moins il m'a semblé probable qu'une masse considérable de lave fondue puisse rester tranquille fort longtemps dans les profondeurs de la Terre; les influences qui favorisent son expulsion semblent atteindre leur maximum immédiatement après qu'une quantité suffisante pour donner une éruption a été fondue.

On cherche très souvent la cause de la fusion de la lave dans la diminution de pression, mais cette explication n'est pas entièrement satisfaisante; si une profonde rupture venait à se produire, la roche qui se trouve au bas pourrait en effet fondre, mais, la crevasse se remplissant, la pression primitive et la solidité du système se rétabliraient. Je trouve l'hypothèse de Mallet plus satisfaisante, du moins en ce qui concerne la fusion. Ceux-là seuls qui ont étudié dans tous leurs détails l'action mécanique dans les chaînes de montagnes peuvent y remarquer les signes certains

d'une énorme dépense d'énergie; celle-ci n'a pas été suffisante pour fondre les roches, mais il est difficile d'admettre qu'elle n'ait jamais pu donner la température de fusion à des roches qui en étaient déjà très rapprochées à cause de la pression qu'elles subissaient. A ce point de vue, le volcanisme est une forme du mouvement orogénique, et on doit le rechercher là où les mouvements relatifs sont concentrés en de si petites zones qu'il se produit une dépense locale d'énergie relativement intense. Il est encore possible que les eaux d'infiltration, en réduisant la température de fusion des roches, produisent parfois la fusion sans changement de température; cette hypothèse conviendrait bien aux volcans des îles Hawaï, où ne s'accomplit pas, que l'on sache, de mouvement de fracture.

La physique des solutions magmatiques est un sujet qui n'a pour ainsi dire pas encore été abordé expérimentalement, et pourtant, beaucoup de théories géologiques ont été basées sur les propriétés supposées des magmas. Ce n'est même que depuis quelques mois que des déterminations satisfaisantes du point de fusion des minéraux les plus importants pour la formation des roches, les plagioclases, ont été faites. Ces feldspaths forment une seule série de mélanges minéraux isomorphes; leur étude est de toute première importance et devra être suivie par celle de l'autre classe, les orthoses. Ceci mènera, à mon avis, à une classification rationnelle des roches ignées, qui sont elles-mêmes des mélanges, et ne se prêtent pas à une description logique, sauf par rapport à certains mélanges pris comme mesures, appelés les eutectiques (1).

Il me semble fort probable, et pour beaucoup de raisons, que les magmas des roches granulaires ne sont pas des

(1) On appelle *eutectic*, en anglais, les mélanges plus fusibles que chacun de leurs constituants En français, le « point eutectique » est la plus basse température de fusion que puisse avoir un mélange déterminé, pour lequel on fait varier les proportions des constituants. (Note du Trad.)

liquides, mais des émulsions de solides, comparables à l'argile plastique, les constituants solides (peut-être des oxydes libres) étant simplement humectés par les liquides magmatiques. De telles masses se comportent, au point de vue mécanique, comme des solides mous; elles présentent une certaine rigidité, et, en elles, la diffusion est réduite à une quantité imperceptible. Dans leur masse peuvent se former des ruptures, et alors la partie liquide peut suinter dans les crevasses. Un tel magma peut très bien être repoussé dans de petites fissures, comme lorsque l'on moule de l'argile pour en faire des articles en terre cuite, et cependant il est capable de porter, d'une façon permanente, des roches d'une densité supérieure à la sienne. C'est seulement dans un tel magma que je puis concevoir la formation simultanée de cristaux de différents minéraux; en effet, dans un liquide qui ne serait pas exactement eutectique, la formation des cristaux aurait lieu suivant un certain ordre déterminé. D'autre part, si les gneiss et les gabbros avaient été fluides, les bandes montreraient certains signes de diffusion; or, ces signes sont généralement absents dans ces roches, ou bien à peine visibles.

Les rapports entre des roches homogènes de même origine ont beaucoup occupé l'attention des géologues depuis de nombreuses années. On a cru, jadis, que des magmas liquides homogènes pouvaient se séparer en deux ou plusieurs magmas homogènes par voie de flux moléculaire dû à des différences de pression osmotique; on appelait ce phénomène la différenciation des magmas. Mais il a été prouvé que les actions de ce genre sont encore beaucoup plus lentes que la diffusion de la chaleur et ne peuvent avoir d'effet qu'à des distances de quelques centimètres. C'est pourquoi M. Teall (1), qui, le premier, proposa de se servir du phénomène de Soret pour expliquer la différenciation, le pro-

(1) *Proc. geol. Soc. London*, t. 57, 1901, p. LXXXV.

fesseur Brögger [1] et d'autres encore ont abandonné l'hypothèse de la différenciation produite sur une grande échelle par le flux moléculaire. Néanmoins, les observations faites sur les laccolithes, et d'autres choses encore, ne permettent pas de douter qu'un seul magma puisse, en se solidifiant, donner plusieurs roches d'origine commune, mais différentes. Puisque la séparation n'est pas moléculaire, il faut qu'elle se fasse par masses. Les seuls courants de ce genre aisément concevables dans un magma sont les courants de convection; ceux-ci, et même tout autre remuement équivalent, d'origine mécanique, amèneraient nécessairement la cristallisation fractionnée, phénomène bien connu déjà des élèves d'Aristote, et qui est presque inévitable lorsque des solutions composées se solidifient. C'est là un phénomène de précipitation, absolument distinct de la différenciation (ou, plus proprement, séparation) de magmas rocheux, qui est la division d'un liquide en deux ou plusieurs liquides distincts. Les conditions générales de l'ordre de précipitation durant la cristallisation fractionnée sont parfaitement à même d'être discutées, et les excellentes recherches de MM. J. H. L. Vogt et J. Movozewicz se rapportaient directement à ce sujet.

(*La fin prochainement.*) G.-F. BECKER.

Mémorandum astronomique.

MARS 1905.

N. B. — *Les heures sont comptées de 0 à 24 (à partir de minuit) et d'après le méridien de Greenwich.*

CONSTELLATIONS VISIBLES SUR L'HORIZON DE BRUXELLES VERS 22 HEURES.

Du Nord au Sud : Le Dragon, Céphée, la Girafe, le Lynx, les Gémeaux, le Cancer, le Petit Chien et la Licorne.

De l'Est à l'Ouest : La Chevelure, le Lion, la Grande Ourse, le Lynx, le Cocher, Persée, le Taureau et le Bélier.

Du Nord-Est au Sud-Ouest : Le Bouvier, les Lévriers, la Grande Ourse, le Lynx, le Cocher, le Taureau et Orion.

Du Sud-Est au Nord-Ouest : Andromède, Persée, le Cocher, le Lynx, le Lion et le Sextant.

(1) *Eruptivgesteine des Kristianiagebietes*, t. III, p. 339.

OBJETS CÉLESTES REMARQUABLES, VISIBLES DANS LES INSTRUMENTS DE 5 A 10 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE, QUI CULMINENT AU MÉRIDIEN SUPÉRIEUR DE BRUXELLES LE 1er MARS, ENTRE 21 ET 23 HEURES.

DÉSIGNATION.	AR.	DISTANCE polaire.	DESCRIPTION.
Amas du Navire . . .	$8^h 5^m$	112°38'	20' × 15'.
Amas du Cancer. . .	8.34	69.40	50 grandes étoiles environ.
Id.	8.45	77.42	Diamètre : 20'.
Nébuleuse du Petit Lion.	8.46	56. 9	Faible, 5' × 1'.
Etoile rouge du Cancer.	9. 4	58.34	Rouge pâle.
Nébuleuse de la Grande Ourse.	9.14	38.31	Blanche, 4' × 2'.

LE SOLEIL.

Dates.	Commencement du crépuscule civil.	Lever du Soleil.	Soleil au méridien.	Coucher du Soleil.	Fin du crépuscule civil.	Hauteur du Soleil à midi.
1	5^h55^m	6^h30^m	$11^h55^m 8^s6$	17^h22^m	17^h57^m	31°28'
5	5 47	6 22	11.54 18,5	17.28	18. 3	33. 0
10	5 36	6.11	11.53. 6,2	17.37	18.11	34.57
15	5.25	6. 0	11.51.44,9	17.45	18.19	36.55
20	5 13	5.48	11.50.17,2	17.54	18.28	38.53
25	5. 3	5.38	11 48.46,0	18. 2	18.36	40.51
31	4.49	5.24	11.46.55,9	18.12	18.46	43.12

L'*heure sidérale* à midi moyen d'Uccle est, le 1er mars, de $22^h34^m26^s1$. Son accroissement diurne est de 3^m55^s5.

Le *Printemps* commence le 21 mars, à 6^h58^m.

ECLIPSE DE SOLEIL.

Le 6 mars 1905, éclipse annulaire du Soleil, invisible à Bruxelles.

Commencement de l'éclipse générale, le 6 mars, à 2^h19^m5, temps officiel.
Par 53°20' longitude orientale de Greenwich,
38.29 latitude australe.
Commencement de l'éclipse centrale, le 6 mars, à 3.35,9 —
Par 31°18' longitude orientale de Greenwich,
52. 5 latitude australe.
L'éclipse centrale à midi vrai, le 6 mars, à 4.51.5 —
Par 110° 1' longitude orientale de Greenwich,
43.21 latitude australe.
Fin de l'éclipse centrale, le 6 mars, à 6.49.0 —
Par 172°37' longitude orientale de Greenwich,
18.23 latitude australe.
Fin de l'éclipse générale, le 6 mars, à 8. 5.4 —
Par 152° 1' longitude orientale de Greenwich,
4 38 latitude australe.

Cette éclipse sera visible sur les côtes sud-est de l'Afrique, dans la moitié méridionale de Madagascar, dans la partie méridionale de l'océan Indien, en Australie, dans la Nouvelle-Zélande, dans la moitié sud-est des Indes Orientales et dans l'océan Glacial Antarctique.

ÉPHÉMÉRIDES POUR RÉDUIRE LES OBSERVATIONS PHYSIQUES DU SOLEIL.

Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.	Dates.	P.	D.	L.
1	−21°7	− 7°2	356°3	11	−23°,9	− 7°2	224°5	21	−25°4	− 6°9	92°7
2	21.9	7.2	343.1	12	24.1	7.2	211.3	22	25.5	6.9	79.5
3	22.2	7.2	329.9	13	24.2	7.1	198.2	23	25.6	6.8	66.3
4	22.4	7.2	316.7	14	24.4	7.1	185.0	24	25.7	6.8	53.1
5	22.6	7.2	303.6	15	24.6	7.1	171.8	25	25.8	6.7	39.9
6	22.8	7.2	290.4	16	24.7	7.1	158.6	26	25.9	6.7	26.7
7	23.0	7.2	277.2	17	24.9	7.0	145.4	27	26.0	6.6	13.6
8	23.3	7.2	264.0	18	25.0	7.0	132.2	28	26.1	6.6	0.4
9	23.5	7.2	250.9	19	25.2	7.0	119.0	29	26.1	6.5	347.2
10	23.7	7.2	237.7	20	25.3	7.0	105.9	30	26.2	6.5	334.0
								31	−26 2	−6.4	320.8

LA LUNE.

N. L. 🌑 le 6, à 5h19m.
P. Q. ☽ le 14, à 9h 0m.
P. L. 🌕 le 21, à 4h56m.
D. Q. ☾ le 27, à 21h35m.

OCCULTATIONS D'ÉTOILES PAR LA LUNE.

12 mars, γ du Taureau (3.9 gr.), immersion à 22h 12m8, émersion à 23h 6m3.
20 — β de la Vierge (3.8 gr.), — 21. 6,3 — 21.54,8.

ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER.

Le	1 mars,	satellite	III,	réapparition	à 18h20m39s
—	7 —	—	II,	—	à 17.52.23
—	9 —	—	I,	—	à 19.27.45
—	14 —	—	II,	—	à 20.30.32

LONGITUDE DU TERMINATEUR DE LA LUNE A MINUIT, POUR CHAQUE JOUR DE MARS 1905.

Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.	Dates.	Longitude.
1	— 37°0 *s*	11	+ 21°2	21	+ 79°4 *s*
2	49.2	12	+ 9.0	22	67.2
3	61.4	13	— 3.1	23	55.0
4	73.6	14	15.3	24	42.9
5	— 85.7 *s*	15	27.5	25	30.7
6	+ 82.1 *m*	16	39.7	26	18.5
7	69.9	17	51.9	27	+ 6.3
8	57.8	18	64.0	28	— 5.9
9	45.6	19	76.2	29	18.1
10	33.4	20	— 88.4 *m*	30	30.3
				31	— 42.5 *s*

LES PLANÈTES.

PLANÈTES.	Dates.	Ascension droite.	Déclinaison.	Diamètre.	Distance à la Terre.	Lever.	Coucher.
Mercure.	1	22h22m	— 12°27'	4"8	1.37	6h29m	16h31m
	11	23.31	— 4.44	5.0	1.35	6.20	17.40
	21	0.41	+ 4.30	5.4	1.23	6. 6	18.56
Vénus .	1	1.32	+ 12.56	28.6	0.59	7.30	21.50
	11	2. 1	+ 16.54	32.6	0.51	6.58	22. 2
	21	2.24	+ 20 5	37.8	0.44	6.23	22. 5
Mars. .	1	15.11	— 16. 0	9.6	0.98	23.36	9. 1
	11	15.21	— 16.46	10 4	0.90	23.14	8.28
	21	15.29	— 17.20	11.6	0.80	22.43	7.53
Jupiter .	1	1.48	+ 10. 4	32.6	5.56	8. 8	21.50
	11	1.56	+ 10.48	32.0	5.68	7.26	21.22
	21	2. 4	+ 11.34	31.4	5.79	6.51	20.55
Saturne.	1	21.53	— 14. 9	14.2	10.80	6.40	15.52
	11	21.57	— 13.46	14.4	10.74	5.33	15.19
	21	22. 1	— 13.24	14.4	10.66	4.56	14.46
Uranus .	1	18.16	— 23.38	3.8	19.66	3.31	11.19
	16	18.17	— 23.37	3.8	19.47	2.33	10 21
Neptune.	1	6.24	+ 22.20	»	29.57	11.25	3.39
	16	6.23	+ 22.21	»	29.71	10.26	2 40

Aspect des Planètes.

Mercure est *étoile du matin* jusqu'au 9, date à laquelle elle est en conjonction supérieure avec le Soleil. Ensuite elle devient étoile du soir. Le 5, elle sera à 1°52' au sud de la Lune. Le 20, elle sera à son nœud ascendant; le 25, à son périhélie.

Vénus est *étoile du soir*. Le 4, elle sera à son périhélie. Le 9, elle sera à 8°45' au nord de la Lune. Le 21, elle aura son plus grand éclat.

Mars se lève vers 11 heures du soir. Le 24, elle sera à 3°40' au sud de la Lune.

Jupiter se couche vers 9 heures du soir. Le 9, elle sera à 3°15' au nord de la Lune.

Saturne se lève vers 5 heures du matin. Le 4, elle sera à 2°29', et le 31 à 2°14' au sud de la Lune.

Uranus se lève vers 3 heures du matin.

Neptune se couche vers 3 heures du soir.

Les Étoiles filantes.

Les 1-4 et le 7 sont favorables à l'observation des étoiles filantes. Dates à bolides : les 1-4, 5-10 et 18.

Dates.	Radiants.	Remarques.	Dates.	Radiants.	Remarques.
Mars 1-15.	Près α Cocher.	—	Mars 2-3.	Près δ Vierge.	—
Mars 9-27.	Près 55 Cocher.	—	Mars 7.	AR = 15^h32^m, $\delta = 18°$.	Très rapides.
Mars 20.	Près θ Grande Ourse.	—	Mars 7.	AR = 16^h16^m, $\delta = 15°$.	Id.
Mars 3-15.	AR = 10^h40^m, $\delta = 10°$.	Lents, brillants.	Mars.	Près β Dragon.	—
Mars 17.	AR = 12^h20^m, $\delta = -56°$.	Rapides.	Mars 14-15.	AR = 18^h24^m, $\delta = 6°$.	Très rapides.
Mars 8.	Chevelure.	—	Mars 1-15.	AR = 20^h, $\delta = 80°$.	Lents, brillants.

Éphémérides sismiques et volcaniques.

N° 21 : Aout 1904.

(Au sujet des notations et abréviations, voir le volume précédent, p. 155.)

Dates.	Heures.
1	Vallée de la Haute-Moselle, particulièrement à Saint-Maurice, Remiremont et au Thillot. Secousse avec bruit.
	9·50·36. Sophia (IV), 30^{s}; Rilski-Monastir (VI), 35^{s}; une grande partie de la Bulgarie.
2	20·10. Lonkovit (Philippopoli) (III).
4	20·$^{3}/_{4}$. S. Andrea di Conza (Avellino). Légère secousse.
5	Rilski-Monastir (IV).
7	9·35. Acapulco. Oscillatoire. 3^{s}.
8	13·$^{1}/_{2}$. Sellano. Secousse sensible.
9	8·22 (VI) et 10·56 (V). Rilski-Monastir et le SW. de la Bulgarie. La première, verticale; la seconde, ondulatoire.
13	(?). Samos. Secousses violentes; dégâts importants; plusieurs maisons écroulées dans les villages voisins.
	13·31 à 38. Juchitàn, fort, oscillatoire et trépidatoire, 5^{s}, avec bruit; Tchantepec, fort, 6^{s}, trépidatoire; San Juan Evangelista, oscillatoire, $^{1}/_{2}{}^{s}$; Olcayucan, oscillatoire, $^{1}/_{2}{}^{s}$.
17	Haïphong. Forte secousse avec bruit.
18	Lima. De nouvelles secousses ont fortement endommagé plusieurs villages. Quelques morts.
19	7·20. Foggia. Secousse.
22	Salina (Lipari) (III).
23	Oran, l'Hillil, Relizane. Ondulatoire, 4-5^{s}.
24	10·40. Messine (II).
25	9·22. Rilski-Monastir (IV-V), avec fort bruit, 50^{s}; Sophia (III-IV), 15^{s}; tout le SW. de la Principauté.
	18·18. San-Jerònimo, oscillatoire, 6^{s}; Aguas Blancas, fort, oscillatoire, 6^{s}. (Guerrero.)
26	Entre 13·55 et 14·10. Mineo. Deux fortes secousses.
28	Samos. Sept faibles secousses à divers intervalles.
29	11·. Urbino. Légère secousse.

Dates.	Heures.
29	14'. Samos. Violente secousse. A Pyrgos, cinquante maisons écroulées et cinquante endommagées.
	Nuit du 29-30. Fiahonana (Imérina septentrional, Madagascar). Léger tremblement de terre.

Dans ce mois, 29 secousses à Rilski-Monastir.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE.

NOTES.

NÉCROLOGIE. — Au moment de mettre sous presse, nous apprenons la mort inopinée de M. F. FOLIE, survenue à Liége, le 29 janvier. Le regretté défunt était né à Venloo (Limbourg cédé), le 11 décembre 1833. Il fut directeur de l'Observatoire royal de Belgique pendant douze ans : du 16 mai 1885 au 30 mars 1897, et se retira pour motifs de santé. M. Folie, avant d'être nommé directeur, occupait les fonctions d'administrateur-inspecteur de l'Université de Liége; il était aussi chargé du cours d'astronomie à cette université, et dirigeait l'Observatoire astrophysique de Cointe, dont on lui doit la création.

M. Folie appartenait à l'Académie des sciences de Belgique depuis le 15 décembre 1869; il avait été nommé correspondant à cette date, et il fut élu membre titulaire le 15 décembre 1874. Il était le doyen de la Section des sciences mathématiques et physiques.

Dans le prochain numéro de la *Revue*, nous signalerons les principaux travaux qu'il a mis au jour, surtout ceux du domaine astronomique.

— BOLIDE. — Le 3 décembre, à Ypres, un magnifique bolide avec traînée lumineuse a été observé par M. A. Gaimant à 17 heures moins quelques minutes. Il marchait dans la direction de Jupiter vers Vénus.

— L'HIVER 1904-1905. — A part les deux coups de froids, de très courte durée, du début et du milieu de janvier, un temps doux n'a cessé de régner depuis le mois d'octobre. Jusqu'ici la plus basse température a été, à Uccle, de — 11°2, le 2 janvier; on a encore noté — 10°0 les 16 et 17.

Janvier a été caractérisé, à plusieurs moments, par des pressions barométriques extraordinairement élevées : le 2, le niveau mercuriel a atteint 783^{mm} au niveau de la mer; le 27, $784^{mm}4$; et le 29, 785^{mm}. Cette dernière hauteur n'avait été dépassée qu'une fois, le 17 janvier 1882 : on avait observé alors $786^{mm}7$.

Les précipitations ont été relativement faibles en janvier : le pluviomètre n'a reçu au total que 36^{mm} d'eau, la quantité normale étant de 54^{mm}.

— DEUX NOUVELLES COMÈTES. — Les découvertes presque simultanées de deux nouvelles comètes, en décembre 1904, ont porté à cinq le nombre de ces astres apparus au cours de l'année dernière.

Dans la nuit du 17 décembre, M. Giacobini, de l'Observatoire de Nice, a trouvé un astre vaporeux par 16^h14^m d'ascension droite et $+ 27°28'$ de déclinaison. Cette position correspond à la région du ciel comprise entre Hercule et la Couronne boréale, et la comète est apparue dans le voisinage et à l'est de l'étoile ε de cette dernière constellation. Son mouvement était dirigé vers le Nord-Est, et son éclat, qui allait en augmentant, était au moment de la découverte de 10e grandeur. L'astre se trouvait dans des conditions favorables pour l'observation un peu avant le lever du jour.

Le 28 décembre, à l'Observatoire de Marseille, M. Borelly a reconnu la seconde comète, par 1^h12^m d'ascension droite et $- 11°$ de déclinaison. Elle s'est montrée dans la constellation de la Balance, et présentait d'excellentes conditions d'observation pendant toute la première partie de la nuit. Comme pour la coèmte Giacobini, découverte onze jours plus tôt, son mouvement était dirigé vers le NE. et elle avait un éclat de 10e grandeur, avec petit noyau.

Fait extrêmement intéressant à noter, et fort rare, quatre comètes ont été visibles en même temps dans la seconde quinzaine de décembre : celles d'Encke et de Tempel, périodiques, et les deux nouvelles dont nous venons de parler.

— L'ORBITE D'ARIEL, LE PREMIER SATELLITE D'URANUS. — M. Bergstrand a utilisé, dans ses recherches sur l'orbite de ce satellite, les observations effectuées de 1852 à 1901 par Lassell, Marth, Copeland, Newcomb, C.-H.-F. Peters, Holden, Hall, Burnham, Haigh, Henry, Perrotin, Barnard, Schaeberle, Hussey, Aitken et See. Les 300 observations qui ont été réunies ont donné, à l'auteur, pour durée de la révolution d'Ariel, $2^j,520\,380\,00$; ce qui correspond à un moyen mouvement de $208\,682°,8176$, en quatre années juliennes ou 1 461 jours. Newcomb avait trouvé pour cette quantité (*The Uranian and Neptunian Systems;* Washington, 1875) $208\,682°,590$. La longitude moyenne dans l'orbite pour l'époque 1871, Déc. 31,0 (t. m. de Washington), est $22°,611$; l'excentricité de l'orbite, 0,0081. La longitude du périuranium, comptée à partir du nœud, est représentée par

$$\omega_1 = 2°,4 + 16°,03\,(t - 1\,896,0).$$

Enfin le demi-grand axe obtenu est $13'',624$, plus petit de $0'',156$ que celui trouvé par Newcomb.

La discussion des observations n'a pas montré l'existence d'erreurs appréciables dans les valeurs de la longitude du nœud et de l'inclinaison de l'orbite données par Newcomb.

La masse des autres satellites étant fort petite, leur influence sur le mouvement du périuranium est à peu près nulle ; ce déplacement doit être attribué au renflement équatorial de la planète.

En désignant par $\varkappa$ l'aplatissement et par φ le rapport de la force centrifuge à la pesanteur, à l'équateur, on trouve en prenant 15°,6 pour valeur du déplacement du périuranium dû à l'aplatissement,

$$\varkappa - \frac{1}{2}\varphi = 0{,}013.$$

Si la planète est supposée homogène, on a

$$\frac{\varkappa}{\varphi} = \frac{5}{4} \text{ ou } \varkappa - \frac{1}{2}\varphi = 0.6\,\varkappa;$$

ce qui donnerait

$$\varkappa = \frac{1}{46}.$$

Mais en admettant, comme pour Saturne, l'hypothèse

$$\varkappa - \frac{1}{2}\varphi = 0\,2\,\varkappa$$

on trouve

$$\varkappa = \frac{1}{15}.$$

La durée de la rotation de la planète autour de son axe serait de 11 h. environ.

La masse d'Ariel obtenue par M. Bergstrand est $\frac{1}{332\,000}$ de celle d'Uranus. Quant à la masse d'Uranus, déduite du mouvement de son premier satellite, elle est de $\frac{1}{23\,383 \pm 115}$, celle du Soleil étant prise pour unité (2).

P. S

— Parallaxe annuelle de Nova Persei. — M. Östen Bergstrand a cherché à déterminer la parallaxe de cette étoile d'après les clichés qu'il a obtenus à l'aide de la lunette photographique de l'Observatoire d'Upsal, en 1901 et 1902 (1).

Il a trouvé pour valeur de la parallaxe annuelle de cette étoile :

$$\pi = +\,0'',03 \pm 0'',01.$$

Cette quantité, fort petite, correspondrait, d'après les évaluations de M. Kapteyn, à la distance moyenne des étoiles de la 3e à la 4e grandeur.

La position moyenne de Nova Persei, pour 1901.0, serait d'après M. Bergstrand :

$$\alpha_0 = 3^h 24^m 28^s{,}17$$
$$\delta_0 = +\,43°33'53'',7.$$

(1) *Ueber die Bahn des ersten Uranussatelliten, Ariel;* 1904.
(2) *Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik.* Band I, 1904.

— LES BROUILLARDS LONDONIENS PENDANT L'HIVER 1902-1903. — L'enquête sur les brouillards de la ville de Londres, commencée au cours de l'hiver 1901-1902, et dont nous avons parlé antérieurement [1], a été poursuivie sur le même plan pendant l'hiver de 1902-1903. L'exposé des résultats des observations de cette dernière période, ainsi que leur discussion, forment le sujet d'un travail récent de R. G. K. Lempfert, assistant au *Meteorological Office* [2].

L'hiver 1902-1903 a été marqué à Londres par une pénurie remarquable de jours de brouillard. En effet, le nombre normal de ces jours est de 50 par hiver et il n'a été cette fois que de 38. La saison a donc été peu favorable aux investigations, car dans le chiffre précité sont encore compris des brouillards faibles Le mémoire de Lempfert complète par les faits suivants les déductions que Carpenter avait tirées des observations de 1901-1902.

Il paraît tout d'abord certain que les brouillards qui se forment plus fréquemment qu'ailleurs sur la Tamise ou sur ses rives, ne se propagent guère à l'intérieur de la ville. Bien souvent, au contraire, le brouillard se manifeste plus tôt dans la ville que dans le voisinage du fleuve. La présence de ce dernier ne joue donc pas un rôle bien important. Les parcs publics se distinguent aussi par une grande fréquence de brouillard, probablement par suite du rayonnement intense qui y a lieu à la surface du gazon. Les brouillards qui résultent de ce refroidissement y restent localisés et souvent leur hauteur ne dépasse guère quelques pieds. Le brouillard atteint en général son maximum d'opacité dans les parties de la ville situées à l'abri du vent.

La plupart des journées à brouillard ont coïncidé avec une atmosphère calme, provoquée par la présence d'un anticyclone. Cette situation est, en outre, généralement caractérisée par une nébulosité faible déterminant un rayonnement nocturne très fort, dans lequel la plupart des brouillards trouvent leur origine, attendu qu'ils se manifestent le plus souvent à la fin d'une nuit sereine. Dans les brouillards de « rayonnement », comme les appelle Lempfert, on n'observe pas toujours une inversion de la température à une certaine hauteur. Leur intensité est maximale dans les parties de la ville où la température est la plus basse. Dans les rares circonstances où le brouillard le plus épais a été signalé dans les endroits exposés au vent, ceux-ci avaient les températures les plus faibles. Dans ces cas la formation du brouillard semble due à la pénétration dans la cité d'un courant d'air froid. On ne pourrait certifier qu'un brouillard formé *extra muros* ait envahi la ville. Contrairement à ce qu'on remarque assez souvent dans nos contrées, à Londres le brouillard se forme sur place et reste stagnant. En certains cas, il naît simul-

---

(1) *Ciel et Terre*, XXIVᵉ année, p. 445.

(2) *London fogs. Report by R. G. K. Lempfert, on the observations of the winter 1902-1903.* (REPORT OF THE METEOROLOGICAL COUNCIL.)

tanément dans divers quartiers de la ville; parfois aussi il apparaît très régulièrement en certains points éloignés. Une seule fois, le 24 mai 1904, on a pu observer la propagation graduelle d'un brouillard qui avait apparu d'abord dans le parc de Saint-Jean.

Lempfert émet aussi quelques réflexions relatives à la prévision de ces phénomènes, parfois si dangereux. Pour arriver à la solution de ce problème très compliqué, différents facteurs doivent être considérés d'une manière toute spéciale. Le point capital sur lequel l'attention doit être fixée à ce propos est la vitesse du vent. La détermination du minimum nocturne probable de la température est aussi de toute importance. Il est établi que les brouillards par rayonnement ne se forment guère que quand le minimum est resté au moins inférieur à 8°C.

Les brouillards de fumée (*smoke fog*) sont, comme on le comprend, indépendants des conditions thermiques de l'atmosphère et on doit toujours les craindre par vent faible. L'absence ou du moins la faiblesse du vent sont du reste indispensables à l'apparition de la majorité des brouillards, à part ceux provoqués par le passage d'un courant d'air chaud et humide sur le sol froid. Ces derniers, que Shaw (1) désigne sous le nom de *cold surface fogs* et que nous avons appelés autrefois brouillards de contact (2), sont, à Londres comme chez nous, souvent accompagnés de vents assez forts. Ajoutons que le gradient barométrique le plus élevé par lequel un brouillard intense a été observé n'a pas dépassé $2^{mm}5$ pour 161 kilomètres. V. D. L.

— La région la plus pluvieuse de l'Europe. — La partie de l'Europe sur laquelle tombe annuellement la plus forte quantité d'eau est, d'après les recherches du Dr Kassner, publiées dans le dernier fascicule des *Petermann's Mitteilungen*, la région montagneuse située au nord du golfe de Cattaro (Dalmatie), et en particulier Crkvice (1 097 mètres au-dessus du niveau de la mer). Voici le total annuel d'eau recueillie en quelques localités de ce territoire. Les totaux ont été ramenés à la période 1891-1900.

STATIONS.	Altitude en mètres.	Années d'observations.	Moyenne annuelle en millimètres.
Gravosa. . . .	2	1887-1891-1894	884
Impérial . . .	412	1889-1900	1 019
Ragusa	18	1882-1900	1 722
Trebinje . . .	310	1886-1897	1 681
Lastva	394	1897-1900	1 900

(1) *Nature*, vol. LXIV, p. 649.
(2) *Contribution à l'étude des situations atmosphériques qui accompagnent le brouillard en Belgique.* (Bull. de l'Acad. royale de Belgique, Classe des sciences, mars 1901.)

STATIONS.	Altitude en mètres.	Années d'observations.	Moyenne annuelle en millimètres.
Punto d'Ostro. .	64	1881-1900	1 052
Sutorina . . .	10	1895-1900	1 800?
Castelnuovo . .	55	1889-1900	1 727
Crkvice	1 097	1888-1900	4 556
Jankov Vrh . .	1 017	1889-1900	4 200
Gols Vrh	1 311	1889-1900	2 696
Risano	3	1899-1900	2 500?
Santa Croce . .	170	1895-1898	2 100?
Perasto	72	1890-1895	2 040?
Cattaro	3	1888-1900	1 656
Gorazda. . . .	450	1889-1900	1 788
Vrmac	484	1889-1900	1 656
Budua	3	1889-1900	1 381
Kosmac. . . .	874	1888-1900	2 050
Cettinje. . . .	638	1887-1891	2 600

Dans toute cette contrée, les mois les plus secs sont juillet et août. Les stations situées le long de la côte reçoivent le plus d'eau en décembre et janvier, tandis que celles qui occupent les hauteurs ont leur maximum mensuel en octobre et novembre. A Crkvice, la quantité annuelle est répartie de la manière suivante par saisons :

Hiver, 36 p c. Printemps, 26 p. c. Été, 7 p. c. Automne, 31 p. c.

Voici, pour la même station, les quantités annuelles recueillies depuis 1888, ainsi que les quantités maximales tombées en un jour :

ANNÉES.	Total annuel.	Maximum en un jour.
1888	3 450^{mm}	261^{mm}
1889	5 032	252
1890	3 891	158
1891	4 280	272
1892	4 723	208
1893	4 044	216
1894	2 647	165
1895	5 303	252
1896	5 962	220
1897	3 877	323
1898	4 131	188
1899	5 238	284
1900	5 353	273
1901	6 135	354
1902	—	195

Le maximum mensuel a été de 1 074 millimètres (novembre 1891), total dont la majeure partie a été recueillie pendant le dernier tiers du mois, comme le montrent les observations suivantes :

21 novembre . .	42^{mm}	26 novembre . .	272^{mm}
22 — . .	8	27 — . .	174
23 — . .	106	28 — . .	172
24 — . .	42	29 — . .	104
25 — . .	115	30 — . .	112

Ajoutons que les totaux annuels de pluie les plus élevés, signalés antérieurement en Europe, étaient de 4 310 et 3 490^{mm}, observés respectivement à Styehead-Pass et à Seathwaite, au nord-ouest de l'Angleterre (1).

V. D. L.

— L'ÉPAISSEUR DE LA GLACE EN SIBÉRIE. — Depuis 1897, des observations sont faites sur l'épaisseur de la couche de glace qui recouvre en hiver les eaux douces en Sibérie.

Dans la *Meteorologische Zeitschrift*, M. Vœikov, avec sa haute compétence, a fait connaître les résultats obtenus. Pour permettre au lecteur d'apprécier la valeur des chiffres, il nous a paru nécessaire de les accompagner d'indications sur la température, empruntées au magnifique *Atlas climatologique de l'Empire russe*, publié en 1900 par l'Observatoire physique central Nicolas, de Saint-Pétersbourg.

En général, d'après l'expression même de M. Vœikov, l'épaisseur de la couche de glace des fleuves sibériens n'est pas très considérable et correspond à une moyenne qui n'a rien d'exagéré : sur l'Iénissei, par exemple, la couverture varie de 0^{m}90 à 0^{m}70. Deux régions peuvent faire exception, et ce sont des exceptions qui présentent un intérêt particulier.

La première se rencontre tout naturellement à l'extrémité septentrionale de la Sibérie, dans la « toundra », cet épouvantable désert qui occupe tout le nord du pays. Dans cette région, des nombres très élevés ont été notés : 2^{m}35, 2^{m}30, 2^{m}35 à Rousskoyé Oustié, sur l'Indigherka, par 71° de latitude Nord, et 2^{m}05 à 2^{m}15 à Boulonn, hameau situé en amont de la pointe du delta de la Léna, par 70° 45' de latitude. Cette région est comprise entre les isothermes annuels —16° et —14°, et en décembre, janvier et février la température moyenne varie de —34° à —36°.

Plus au sud, sous 67°30' de latitude, à Verkhoyansk, la nappe de glace qui recouvre la Yana ne dépasse pas 1^{m}80, ce qui est déjà une assez belle épaisseur. Cette diminution dans la puissance du revêtement, très naturelle,

(1) Voir *Ciel et Terre*, 4e année, p. 164.

semble-t-il, eu égard à la position moins septentrionale de cette région que les localités citées plus haut, est, au contraire, fort singulière en raison de la température excessive de cette ville. Verkhoyansk se trouve en effet aux environs du pôle du froid de l'ancien monde. La température moyenne des trois mois d'hiver est, dans cette région, de —44° à —48°, et on a observé —67° 8 (1).

A une latitude beaucoup plus méridionale, c'est-à-dire en Transbaïkalie, entre 51° 30′ et 53° 30′, latitudes qui correspondent dans nos régions aux parallèles de Londres et de Hambourg, l'épaisseur de la couche de glace varie de 1^{m} à $2^{m}35$. Les cours d'eau de cette province, l'Amour supérieur et ses affluents, la Chilka, l'Ingoda et l'Argoun, présentent, au point de vue qui nous occupe, une particularité très remarquable. Pendant le même hiver, d'une localité à l'autre et pendant deux hivers consécutifs, la glace qui les recouvre acquiert une épaisseur très différente. Ainsi, le même hiver on a observé dans trois stations sur les bords de l'Argoun : $1^{m}77$, $1^{m}40$, $1^{m}40$; dans trois stations sur les bords de l'Ingoda : $1^{m}40$, $1^{m}80$, $2^{m}10$; sur les bords de la Chilka, à Sretensk, 1^{m}; dans deux stations, $1^{m}40$; dans dix stations, $1^{m}80$. L'hiver suivant, à Sretensk, au lieu de 1^{m}, on a noté une épaisseur de $2^{m}35$. Dans trois stations de l'Amour supérieur, en deux saisons on a relevé respectivement : $1^{m}05$ et $1^{m}40$; $1^{m}05$ et $1^{m}80$; $1^{m}60$ et $1^{m}40$. Signalons enfin qu'à Ekaterinskoyé, par 50° 30′ de latitude, la glace a atteint une puissance de $2^{m}50$!

Et pourtant le climat de la Transbaïkalie est singulièrement moins rude que celui de la toundra, riverain de l'océan Arctique et de Verkhoyansk. A Tchita, sur l'Ingoda, la température moyenne annuelle est de 0°.

Cette croissance énorme de la glace dans le haut bassin de l'Amour se produit lorsqu'il y a peu ou point de neige; les variations de puissance que présente la carapace cristalline dans cette région dérive également du plus ou moins d'épaisseur de la neige.

En raison de sa mauvaise conductibilité, la neige arrête la croissance de la glace. Aussi bien pour empêcher que les cours d'eau et les lacs peu profonds ne gèlent jusqu'au fond et que cette congélation totale ne détruise le poisson, lequel constitue leur principal aliment, les Yakoutes, rapporte M. Vœikov, recouvrent la glace de branches de pins. Ces entassements de branchages déterminent la formation de monceaux de neige et, par suite, arrêtent l'accroissement de la glace.

D'après les observations de Middendorff, confirmées depuis par Maack, la nappe de glace sur les lacs ne dépasserait pas $2^{m}40$ et, en règle générale, varierait entre $1^{m}50$ et $1^{m}80$ (2).

---

(1) Voir, sur le climat de Verkhoyansk, la 2e année de *Ciel et Terre*, p. 133.
(2) Ch. Rabot, dans *La Nature*.

— LES PROBLÈMES ACTUELS DE LA MÉTÉOROLOGIE ET DE LA PHYSIQUE. — Nous reproduisons sous ce titre l'intéressante allocution qu'a prononcée devant l'Académie des sciences de Paris, le 19 décembre dernier, son Président, M. E. Mascart, directeur du Bureau central météorologique de France :

Les habitants du Delta d'Égypte, raconte Hérodote, ayant su que toute la Grèce n'est fécondée que par des pluies, et non, comme chez eux, par le débordement des fleuves, disaient que « toutes les fois que les Grecs seraient trompés dans leurs espérances, n'ayant rien à attendre que de Jupiter seul, ils étaient condamnés à mourir de misère ».

Ces habitants, dit-il encore, sont de tous les hommes ceux qui récoltent avec le moins de travail les fruits les plus abondants. Le fleuve se répand de lui-même dans les champs, les arrose et se retire. Chacun vient alors jeter la semence dans ses terres et y lâche ensuite des pourceaux. La semence est retournée et enterrée par ces animaux et il ne reste qu'à attendre la moisson. Lorsqu'elle est terminée, on fait fouler les épis sous les pieds des bœufs et le grain recueilli est porté dans les maisons.

Toutefois Hérodote, après avoir ainsi reconnu le rare privilège de cette contrée, montre que l'on peut aussi lui faire l'application des mêmes inquiétudes.

Le dépôt des inondations élève d'une manière continue le niveau du Delta, au point que la région située au-dessous de Memphis, qui profitait autrefois des alluvions du fleuve, au dire des prêtres, en était alors privée. Avec cet exhaussement du sol, un intervalle de 20 000 ans, et même beaucoup moins, suffirait peut-être pour supprimer les bienfaits du Nil; alors les habitants ne seraient-ils pas exposés à mourir de faim, s'il n'y tombe jamais de pluie et si le fleuve ne croît pas assez pour inonder les champs, en supposant même qu'il n'arrive pas à détourner son cours pour se jeter dans le golfe Arabique ?

Ces réflexions d'un observateur aussi judicieux portent un grand enseignement. L'eau et la chaleur sont les facteurs principaux des richesses agricoles ; le régime des agents naturels est donc la première connaissance à acquérir dans les régions nouvelles et trop de mécomptes sont dus à l'oubli de cette étude préliminaire.

Un petit nombre d'années y suffisent, car les changements à longue échéance que prévoyait Hérodote exigent des périodes géologiques.

Le temps varie sans doute d'une année à l'autre, mais ces modifications sont passagères; le régime de l'Europe en particulier, dans ses caractères généraux, n'a pas subi de changement appréciable depuis les temps historiques.

Quelques régions cependant se sont transformées. En Égypte, les méandres du Nil n'ont plus la même distribution qu'à l'époque d'Hérodote et un travail

continu, trop souvent troublé par les invasions, est nécessaire pour entretenir les digues et régler le cours des eaux.

Les documents recueillis sur place prouvent que, depuis quelques milliers d'années, une grande partie de l'Asie centrale a subi un dessèchement progressif; des royaumes entiers ont disparu et des villes prospères ont été englouties par les sables. Les habitants ont péri de misère ou se sont expatriés; c'est là sans doute une des causes historiques qui ont amené les grandes migrations en Europe des peuples asiatiques.

De tels changements échappent à l'action de l'homme, mais d'autres modifications locales tiennent à son imprévoyance et à son incurie. Les forêts, qui forment la verte parure des montagnes, ont en même temps la fonction précieuse de retenir les terres, d'emménager les eaux de pluie et de régulariser le cours des rivières: on les voit se réduire chaque jour, au grand dommage de l'avenir.

Depuis que le lion a disparu de l'Afrique française, où il était un admirable garde forestier, les troupeaux répandus en toute liberté ont rasé le sol. Une partie du désert actuel était autrefois garnie de forêts; on n'y trouve plus que des pierres et des lits de torrents où les eaux s'écoulent si vite que le voyageur, arrêté par un fleuve, peut s'asseoir sur la rive et attendre quelques heures pour passer ensuite à pied sec.

De même, les barrages construits en Tunisie par l'industrie des Romains, pour retenir les eaux et assurer les irrigations, sont maintenant comblés de débris, et les travaux analogues des Arabes en Espagne n'ont pas eu un meilleur sort.

Il faut donc que les hommes soient avisés pour tirer le meilleur parti des faveurs que leur accorde Jupiter, et c'est ici surtout que s'applique la devise: *Aide-toi, le Ciel t'aidera.*

La connaissance des climats sur le globe, avec leurs variations périodiques, est le problème que la Météorologie cherche à résoudre; il y faut beaucoup d'observations, de travail et de patience. On lui demande davantage: c'est d'annoncer le temps à venir avec l'échéance la plus lointaine. Les prophètes ne manquent pas, les oracles de l'antiquité remplissaient déjà cet office, mais nous devons être plus prudents et nous borner à réunir des documents exacts dont nos successeurs tireront assurément un meilleur parti.

Si mince que soit la couche d'air qui entoure la terre, elle est remuée par des mouvements généraux dont on n'observe à la surface que le contre-coup, modifié par toutes les aspérités du sol. C'est dans les hauteurs de l'atmosphère qu'il faut chercher la clef des phénomènes; les expériences de cerfs-volants et de ballons-sondes, dont on s'occupe maintenant dans tous les pays, et auxquelles la France a pris une grande part, nous en apprendront beaucoup plus que les spéculations et les théories.

Ces mouvements de l'atmosphère sont dus à l'action du Soleil, qui est le grand régulateur du régime terrestre, mais on sait maintenant que cet astre est lui-même le siège de bouleversements périodiques, dont nos tempêtes et nos éruptions volcaniques ne sont qu'une faible image. On se demande alors si les périodes d'activité solaire ne sont pas en rapport avec les modifications, d'allure également périodique, constatées à la surface du sol.

De nombreux travaux ont été faits dans ces dernières années pour résoudre ce problème, d'une haute portée scientifique, dont on peut déjà entrevoir les traits généraux.

Dans le domaine propre de la Physique, les débuts du XXe siècle marqueront une date importante.

Plusieurs d'entre nous se souviennent encore de ces fantômes qui s'agitaient dans l'air en haut des édifices et sur le sommet des collines, pour échanger un langage de convention, et qui se sont illustrés à l'origine par l'annonce d'une victoire. C'était, si l'on peut ainsi parler, une télégraphie à tours de bras, perfectionnée depuis par l'emploi des signaux optiques.

Il est assez curieux de constater que cette ancienne méthode de télégraphie sans fil présente avec la nouvelle une étroite parenté. Aujourd'hui comme alors, c'est le mouvement vibratoire de l'éther qui propage les signaux avec la vitesse de la lumière; dans les deux cas encore, la transmission est interrompue par les troubles de l'atmosphère, mais il n'est plus nécessaire maintenant que les postes de correspondance soient en vue l'un de l'autre. Les longueurs d'onde mises en jeu étant des millions de fois plus grandes, les signaux s'étalent et contournent des obstacles. Un navire au milieu de l'Océan peut recevoir les nouvelles des rivages qu'il a quittés, de ceux qu'il veut atteindre, et faire connaître en cours de route les événements de la traversée; il n'est plus isolé du monde.

Ailleurs nous voyons apparaître ces sortes de microbes physiques, qui cheminent à la manière des projectiles et fourmillent dans les milieux, agités comme un essaim de moucherons, en transportant les deux espèces de propriétés électriques.

La Physique s'enrichit aussi de toutes ces radiations si imprévues, chacune d'elles se manifestant par des propriétés spéciales, et que nous ne connaissons encore que d'une manière incomplète.

En même temps, des doutes se sont élevés sur la solidité des principes qui servent de base à la Physique mathématique. Le radium, par exemple, qui a déjà causé tant de surprises, ne cesse de dégager de la chaleur; en moins de six jours, il en produit autant que la combustion d'un poids égal de charbon, et l'effet se perpétue pendant des années, sans limite apparente de durée et sans que le corps éprouve aucune altération appréciable. C'est là une des énigmes scientifiques qui restent à éclaircir, mais il serait prématuré d'en conclure que les principes sont en péril.

1880-1905.

Le présent numéro de *Ciel et Terre* clôt la vingt-cinquième année d'existence de la Revue. Il constitue le 600e fascicule de la collection.

Il est rare qu'un périodique de caractère aussi spécial que le nôtre atteigne le quart de siècle. Deux recueils seulement, à notre connaissance, sont à l'heure actuelle d'âge plus ancien que *Ciel et Terre :* l'un est *Sirius*, qui paraît à Cologne depuis le 1er janvier 1868, l'autre est *The Observatory*, qui se publie à Londres depuis le 20 avril 1877. Tous deux sont exclusivement consacrés à l'astronomie.

Notre pensée se reporte en ce jour vers les années du début, et nous songeons avec émotion à ceux qui ne sont plus : à HOUZEAU, ESTOURGIES, FIÉVEZ, HOOREMAN, MAHILLON, VAN RYSSELBERGHE, tous si dévoués à notre œuvre, tous si pleins d'ardeur à lui apporter leur précieux concours.

Comme il y a cinq ans, nous avons à cœur, en cet instant qui marque une étape mémorable dans l'histoire de la Revue, de remercier une fois de plus tous ceux qui ont encouragé et secondé ses efforts, et surtout nos fidèles abonnés et collaborateurs, sans oublier le gouvernement, qui par son aide matérielle et morale à la

fois, nous a permis d'éditer *Ciel et Terre* à des conditions accessibles à tous les amis de la science.

Notre programme n'a pas varié; il est resté le même depuis le premier numéro jusqu'à celui qui paraît aujourd'hui : tenir le lecteur au courant de tous les progrès qui s'accomplissent dans l'étude des phénomènes du Ciel, de l'Atmosphère et de la Terre.

Nous avons accumulé des faits, des observations, des résultats d'investigations de tous genres. Nos vingt-cinq volumes présentent, nous osons le dire, le tableau complet de l'activité scientifique dans les divers domaines que *Ciel et Terre* a pris à tâche de faire connaître au grand public.

Notre intention n'est pas de redire ici tout ce que nous avons exprimé lors du vingtième anniversaire de la Revue. Nous venons de relire nos paroles d'il y a cinq ans, et nous ne pouvons qu'y renvoyer le lecteur.

Nous avons le ferme espoir que *Ciel et Terre*, grâce à tous les dévouements et à toutes les sympathies dont elle est entourée, tant dans le pays qu'à l'étranger, vivra de longues années encore.

LA RÉDACTION.

La météorologie des régions antarctiques et la coopération internationale dans les explorations polaires.

L'idée de la coopération internationale dans l'exploration scientifique des régions antarctiques est une idée américaine. Après les mémorables expéditions de Ross, de Dumont d'Urville et de Wilkes, ce fut Matthew Fontaine Maury qui insista le premier sur la nécessité d'aller de l'avant dans l'étude des conditions physiques des régions polaires australes. Dans l'ouvrage de Maury, *The physical geography of the sea,* se trouvent, vers la fin du volume, des passages qui méritent d'être relus par tous ceux qui s'intéressent aux questions antarctiques. Mais, ce qui est plus intéressant à noter, c'est que, en 1861, Maury adressa aux gouvernements étrangers un appel qui, ayant été imprimé dans les *Annales hydrographiques* de l'année 1862, peut également être relu de nos jours et même très avantageusement, car il forme non seulement une page d'histoire, mais aussi une page d'actualité.

Dans cet appel, Maury propose d'envoyer tout d'abord un navire à vapeur pour rechercher dans l'Antarctique des ports dans lesquels des bâtiments pourraient s'abriter. Puis, après ce voyage d'exploration, les nations les plus intéressées aux progrès des découvertes maritimes devraient envoyer des expéditions équipées pour deux ou trois années et destinées à hiverner dans ces ports afin de cueillir ensemble de nouveaux lauriers scientifiques.

Le programme de Maury n'a malheureusement pas été pris en considération. Plus est, son appel a même passé inaperçu, car Neumayer — qui commença dix ans plus tard sa campagne en faveur de l'équipement d'une expédition antarctique allemande — ne mentionne, dans aucun de ses nombreux écrits, les idées de Maury. Sir John Murray,

qui a également fait tant de propagande pour la reprise de l'exploration des régions antarctiques, semble aussi ne pas avoir connu la remarquable lettre de Maury à Mercier, ambassadeur de France, lettre imprimée dans les *Annales hydrographiques*.

Il n'y a pas bien longtemps, nous ne savions rien, ou pour ainsi dire presque rien sur les climats de l'Antarctide, car le premier hivernage au delà du cercle polaire austral est celui de la *Belgica*, qui ne date que de 1898.

Les résultats de nos observations météorologiques sont enfin publiés, à peu près au complet, et les cinq rapports parus (sur les observations météorologiques horaires, sur les nuages, la neige et le givre, sur les phénomènes optiques de l'atmosphère et sur les aurores australes) permettent d'apprécier l'importance de la contribution apportée par l'expédition antarctique belge à la météorologie du pôle Sud.

Cependant, l'étude de nos observations m'a conduit à penser que tout ce travail n'est qu'un jalon posé dans l'inconnu, que ce n'est qu'un premier pas. Sous ce rapport il est heureux que l'expédition de la *Belgica* ait été suivie de bien près par celles du *Southern Cross*, du *Gauss*, du *Discovery*, de l'*Antarctic* et de la *Scotia*, qui en peu de temps ont enrichi nos connaissances de grandes découvertes géographiques et d'une masse de matériaux scientifiques dont la publication et la discussion demanderont malheureusement bien des années. Mais, malgré toute l'importance des résultats acquis, je me permets de considérer tout cet ensemble de données nouvelles comme n'étant que du travail d'orientation, du travail préliminaire.

Il suffit, en effet, de nous placer au point de vue auquel s'est placé Maury autrefois, tout en prenant en considération les idées et les exigences modernes, pour constater — en ce qui concerne la météorologie tout au moins — que les observations recueillies sont encore très insuffisantes, qu'elles ne forment qu'un ensemble de données provisoires.

Nous ne pouvons pas nous contenter bien longtemps des observations de six stations antarctiques seulement. Il est évident que les résultats que l'on pourra déduire des données acquises jusqu'à présent ne pourront nous satisfaire et qu'il faudra encore marcher de l'avant. Le premier effort pour dévoiler les mystères de l'Antarctique a été réalisé, mais le grand effort reste à faire. Tel est du moins mon avis.

Si toutes ces expéditions, de l'heureux retour desquelles nous pouvons nous réjouir à présent, avaient hiverné simultanément et si elles avaient été secondées par des stations qu'il aurait été facile d'installer sur les îles subantarctiques, la discussion de l'ensemble de ces observations nous aurait très probablement révélé non seulement la position exacte des isothermes et des isobares sur tout le pourtour de la calotte glaciaire du pôle Sud, mais encore la marche des tempêtes, et, peut-être même, les lois de la circulation générale de l'atmosphère dans les régions antarctiques.

Tandis que, au contraire, dans les conditions où les hivernages se sont effectués, nous n'aurons que des données climatologiques, et, pour tout ce qui concerne la dynamique de l'atmosphère, toute une série de questions simplement effleurées mais non résolues. Or, l'intérêt que présente la météorologie de l'Antarctique justifie de nouveaux sacrifices et de nouveaux efforts, à la condition, toutefois, que dans l'organisation de nouvelles expéditions on ne perde plus de vue l'appel de Maury au sujet d'une coopération internationale effective, ni les idées que Weyprecht a développées à son retour de la Terre François-Joseph et qui ont conduit aux expéditions internationales et aux admirables résultats acquis pendant les années 1882 et 1883.

Ce qu'il importe d'avoir c'est un aussi grand nombre de stations que possible, travaillant toutes simultanément, non seulement en vue d'accumuler les chiffres résultant des

observations météorologiques horaires habituelles, mais avant tout en vue d'enrichir nos connaissances des régions élevées de l'atmosphère à l'aide d'expériences avec des cerfs-volants munis d'enregistreurs, et par une étude continue des nuages, de leur hauteur et de leur déplacement.

Il faut que les stations soient suffisamment rapprochées pour permettre, au retour des expéditions, le tracé de cartes synoptiques journalières ou même horaires pour les cas les plus intéressants.

Ce n'est que dans ces conditions que l'on parviendra à connaître les routes habituelles des cyclones qui circulent dans les régions subantarctiques, sur tout le pourtour de la calotte polaire, et au sujet de la marche desquels nous ne savons même pas s'ils convergent vers le pôle (en suivant des trajectoires en spirale), ou si, au contraire, les dépressions naissent sur les confins des glaces (là où les isothermes sont le plus rapprochées) et vont en s'éloignant du pôle, suivant la direction du nord-est. Les nuages doivent être étudiés d'une façon très approfondie, afin que la répartition des systèmes de nuages, principalement dans les aires de basse pression, puisse être exactement établie. Sous ce rapport, les régions antarctiques pourront nous fournir de précieux renseignements. Des observations très détaillées des nuages faites par A. Dobrowolski, à bord de la *Belgica* (1), nous pouvons déduire que ces ensembles de masses nuageuses, dénommés systèmes de nuages, forment de grandes plaques, généralement discontinues sur leur périphérie, où elles se présentent tout comme si elles étaient formées d'ondes. Les nuages nous révèlent les grandes vagues qui doivent forcément s'établir entre les couches d'air glissant l'une sur l'autre. Seulement, le travail de Dobrowolski demande à être poursuivi, et le seul moyen de le mener à bonne fin et de résoudre les beaux pro-

(1) Voir la 23e année de *Ciel et Terre*.

blèmes de dynamique atmosphérique qu'il soulève, est d'avoir de bons observateurs distribués sur un réseau de stations suffisamment rapprochées pour que le même système de nuages puisse être étudié simultanément sur toute son étendue.

Si donc nous regardons plus avant dans la question de l'exploration scientifique des régions antarctiques, l'idée de la coopération internationale, de la concentration de tous les efforts vers un seul et même but, doit forcément nous poursuivre.

HENRYK ARCTOWSKI.

Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète, d'après l'étude des photographies lunaires.

[Communication faite à l'Académie des sciences de Paris dans sa séance du 23 janvier, par MM. Loewy, directeur de l'Observatoire de Paris, et Puiseux, astronome au même établissement. Ces savants sont les auteurs, comme on sait, du grand *Atlas lunaire* dont nous avons à plus d'une reprise entretenu nos lecteurs.]

L'ensemble des faits topographiques mis en lumière au cours de notre travail et particulièrement dans les deux dernières feuilles du huitième fascicule de l'*Atlas lunaire* nous semble apporter un témoignage important dans deux questions souvent agitées : Comment se fait, pour une planète, le passage de l'état liquide à l'état solide? A quel point de cette transformation la Terre et la Lune sont-elles actuellement parvenues?

En fait, la réponse à la première question dépend ordinairement de la solution que l'on adopte pour la seconde, et celle-ci est envisagée avec le désir d'expliquer le plus simplement ou le plus mathématiquement possible certains phénomènes terrestres.

Ainsi, une école scientifique se réclamant de l'autorité de

lord Kelvin, de MM. G.-H. Darwin, King et Barus, considère la solidification de la Terre comme à peu près achevée. Les phénomènes volcaniques manifesteraient seulement l'existence de poches liquides isolées, insignifiantes par rapport au volume total. Dans ce système, la solidification a commencé par le centre et s'est propagée jusqu'à la surface.

La plupart des géologues admettent, au contraire, avec le professeur Suess, avec M. de Lapparent, l'existence d'une lithosphère, écorce relativement mince enveloppant une masse incandescente. Ici la solidification a débuté par la surface et progresse lentement vers le centre, en opposant aux épanchements volcaniques un obstacle de plus en plus efficace, mais non encore insurmontable dans le cas de la Terre.

Si, au lieu de partir de l'état actuel, on tente de présenter les faits dans l'ordre historique, les deux écoles sont d'accord pour placer à l'origine un état de fluidité totale, conformément aux idées de Descartes et de Laplace. Le passage à l'état solide se fait par petites portions, sous l'influence du refroidissement superficiel.

Que deviennent les scories ainsi formées? Ici la divergence apparaît. Les partisans du noyau solide font valoir que la plupart des substances minérales se contractent en se solidifiant, à l'inverse de ce qui se passe pour l'eau. Elles ne vont donc point flotter comme des glaçons, mais plonger à l'intérieur, où elles repasseront à l'état liquide sous l'influence d'une température plus élevée. Ce brassage tend à rendre la température uniforme dans toute la masse. De plus, les fortes pressions qui règnent à l'intérieur arriveront à maintenir à l'état solide les substances qui se dilatent en fondant. La profondeur que les scories peuvent atteindre va donc en croissant avec le temps. Elles finissent par gagner le centre, en prenant la place de matériaux plus légers, qui sont refoulés vers la surface.

Leur agglomération forme un noyau solide qui s'étend par degrés jusqu'à comprendre toute la planète, en respectant quelques poches formées de substances plus fusibles.

A cela les partisans de la lithosphère opposent l'existence de matières minérales qui, de même que l'eau, se dilatent en se solidifiant. Nous avons donc au moins une classe de scories dont la destinée est de flotter et de s'accroître toujours, en formant une première croûte solide. Restent les corps de la seconde classe, ceux qui se contractent et plongent en se solidifiant. Mais même une partie de ces corps n'a chance de gagner le centre, car ils rencontrent très rapidement des couches plus denses, déjà réparties à un niveau inférieur par les exigences de l'équilibre hydrostatique. Cette nouvelle classe de scories ne peut donc se mouvoir que dans une épaisseur restreinte à partir de la surface ; elle finit nécessairement par s'amalgamer avec la première ; et aussitôt que la première croûte ainsi formée est devenue capable de mettre obstacle aux épanchements superficiels, le refroidissement se trouve ralenti dans une énorme proportion. Dès lors les couches supérieures du fluide interne ne se solidifient qu'avec une extrême lenteur. L'ampleur et la généralité des phénomènes volcaniques, l'ascension universelle et régulière du thermomètre quand on pénètre dans le sol, indiquent actuellement pour l'épaisseur moyenne de l'écorce solide un chiffre inférieur ou peu supérieur à 50 kilomètres.

Ces faits sont certainement plus difficiles à interpréter dans la théorie du noyau solide. Il en est de même d'autres phénomènes généraux et bien constatés, par exemple :

a. La présence, jusque près de la surface, de matériaux de densités très diverses y compris des métaux beaucoup plus lourds que la moyenne du globe terrestre. Il semble que, si les choses s'étaient passées suivant l'ordre indiqué par lord Kelvin, ces métaux auraient dû être englobés de

bonne heure dans le noyau solide sans aucune chance de revenir au jour;

b. La tendance générale de l'isostase, c'est-à-dire l'existence de variations de densité qui compensent les inégalités du sol au point de vue de l'intensité de la pesanteur et rendent possible, à une certaine profondeur, l'équilibre hydrostatique. Cette compensation apparaît comme obligée si l'écorce terrestre est flottante, comme fortuite si la masse entière du globe est solide;

c. La grandeur des différences de niveau qui existent à la surface des planètes dont nous pouvons apprécier le relief.

On comprend que ces différences aient été produites par la réaction d'un liquide intérieur sur une écorce relativement mince et de densité irrégulière. Il semble, au contraire, que si la solidification s'était faite à partir du centre, et n'avait porté en dernier lieu que sur une nappe superficielle, nous devrions constater une figure bien plus voisine de l'équilibre relatif.

Sur la Lune nous ne sommes pas à même de reconnaître s'il y a augmentation de température avec la profondeur ou variation dans l'intensité de la pesanteur. Mais nous pouvons relever sur les photographies lunaires diverses particularités qui témoignent que la solidification se fait en partant de la surface.

Ainsi, les différences de niveau sont relativement plus fortes et plus brusques sur notre satellite, et, de plus, elles traduisent sous bien des formes les effets dynamiques que doit exercer un liquide en mouvement sur les parois solides qui le contiennent. Ces effets sont en premier lieu les épanchements superficiels qui ont envahi les deux cinquièmes de la surface visible et les ont transformés en plaines unies, laissant voir à leur périphérie de nombreux vestiges du relief antérieur.

Ce sont encore les nombreuses traces d'instabilité des massifs montagneux dans le sens vertical, les cassures

linéaires qui circonscrivent les monts Hœmus, les Apennins et le Caucase, les terrasses si nettes du Mur Droit et de Théophile, les fissures marginales de Sabine et d'Hésiode.

La proximité d'une nappe liquide puissante est encore nécessaire pour rendre compte des flottements et charriages en masse dans le sens horizontal, intéressant à la fois de larges portions de la surface. A cette origine se rattachent le démantèlement de la crête des Apennins, la disjonction des blocs rectangulaires du Caucase et de Bode, la formation des vallées rectilignes de Rheita, des Alpes, d'Ariadœus.

L'argument le plus décisif en faveur de l'hypothèse d'un refroidissement graduel de l'extérieur à l'intérieur est fourni par les faits suivants, qui s'imposent avec une grande évidence par l'étude des photographies.

Une analyse attentive des formations si variées qui accidentent le sol lunaire permet de constater qu'après la constitution d'une première enveloppe mince de la lithosphère, le retrait de la masse liquide s'est opéré progressivement, et il est arrivé fatalement un moment où elle a perdu partiellement son contact avec la partie solidifiée; elle s'est trouvée ainsi séparée d'elle par un faible espace en laissant un intervalle bien suffisant pour l'oscillation des marées. Lorsque, à une certaine période, pour des raisons inconnues, ainsi que cela s'est présenté pour le globe terrestre, les forces éruptives ont pris une violence particulière, la croûte solide a cédé alors sous ces pressions exceptionnelles dans ses éléments les moins résistants, et s'est trouvée envahie par le liquide intérieur. Ces soulèvements locaux ont ainsi donné naissance aux grands cirques et aux diverses autres formations dans la région polaire, où le refroidissement a été beaucoup plus rapide et où la croûte, pour des raisons faciles à comprendre, a acquis une épaisseur plus considérable. Mais, dans la zone équatoriale, où les marées et la

force centrifuge ont leur plus grande ampleur, ces violentes perturbations ont conduit aux grands effondrements qui constituent les mers. L'existence des vestiges du relief du passé, encore visibles à leurs rivages, fait ainsi reconnaître la nature de ces puissantes évolutions. Chaque mouvement éruptif a ainsi marqué, par le fond uni des formations, la hauteur du niveau du fluide sous-jacent.

Ce processus, comme on peut s'en convaincre, s'est répété plusieurs fois et se répétera sans doute dans la suite des temps avec une énergie toujours décroissante, jusqu'au moment où l'épaisseur de l'enveloppe sera devenue telle qu'elle opposera un obstacle invincible aux actions éruptives. Les photographies lunaires mettent en lumière, d'une manière irrécusable, cinq étapes successives dans le retrait des matières en fusion.

Cette marche est ainsi attestée par les terrasses intérieures de Maurolycus et de Boussingault, par les cirques parasites formés aux dépens d'Albategnius et de Clavius. Nous l'observons aussi à la périphérie de presque toutes les mers, où se produit la juxtaposition du plateau primitif et de la nappe inférieure. Mais l'exemple le plus frappant peut-être est fourni par les bandes concentriques qui entourent la mer du Nectar. Nous reconnaissons ici, bien caractérisés, depuis les plateaux de la calotte australe jusqu'au fond des cirques inférieurs, cinq étages séparés l'un de l'autre par un écart de plusieurs milliers de mètres et correspondant à des époques différentes. Nous prenons ici sur le fait la contraction progressive du fluide interne et sa solidification en partant de la surface. Le résultat observé serait tout autre si la solidification avait dû progresser à partir du centre et s'achever par la surface. Seul le niveau final devrait être reconnaissable et les manifestations des forces éruptives n'auraient eu ni l'occasion de se produire, ni le moyen de laisser des traces permanentes à des étages très différents.

A cet ensemble de faits l'on ne peut guère opposer, en faveur de l'existence d'un noyau solide, que deux arguments d'ordre plutôt mathématique et dont on peut contester la valeur concrète.

Le premier est emprunté à la théorie des marées. Lord Kelvin trouve, par le calcul, qu'une écorce mince et impénétrable, si rigide qu'on la suppose, devrait participer aux déformations périodiques causées dans le fluide interne par les attractions planétaires. Dès lors les marées océaniques ne se manifesteraient plus. L'existence de ces marées exclut donc celle du fluide interne.

Une autre objection, soulevée par G.-H. Darwin, se fonde sur l'existence d'inégalités importantes dans le relief terrestre. Le calcul indique qu'une écorce unie et homogène, supposée d'ailleurs moins rigide que l'acier et moins épaisse que le cinquième du rayon, devrait fléchir sous la surcharge additionnelle des massifs montagneux. Et il semble que cette conséquence s'applique *a fortiori* à la Lune, plus accidentée relativement que la Terre.

La raison invoquée par lord Kelvin vise plus particulièrement le globe terrestre, où les marées océaniques peuvent être observées. Même dans ce cas, elle n'a de valeur que si l'on résout affirmativement ces deux questions préalables :

1° Les marées du fluide interne ont-elles une amplitude comparable à celles des marées océaniques?

2° En supposant que ces marées se produisent, est-il certain qu'elles doivent altérer la figure de la croûte?

La réponse à la première question doit déjà être regardée comme douteuse, parce que le coefficient de viscosité ou de frottement intérieur est un élément essentiel de l'amplitude des marées. L'expérience seule peut dire si la manière dont on a introduit ce coefficient dans les calculs est conforme à la réalité. Tout le monde sait que le flux de la mer subit communément un retard de plusieurs heures sur le passage

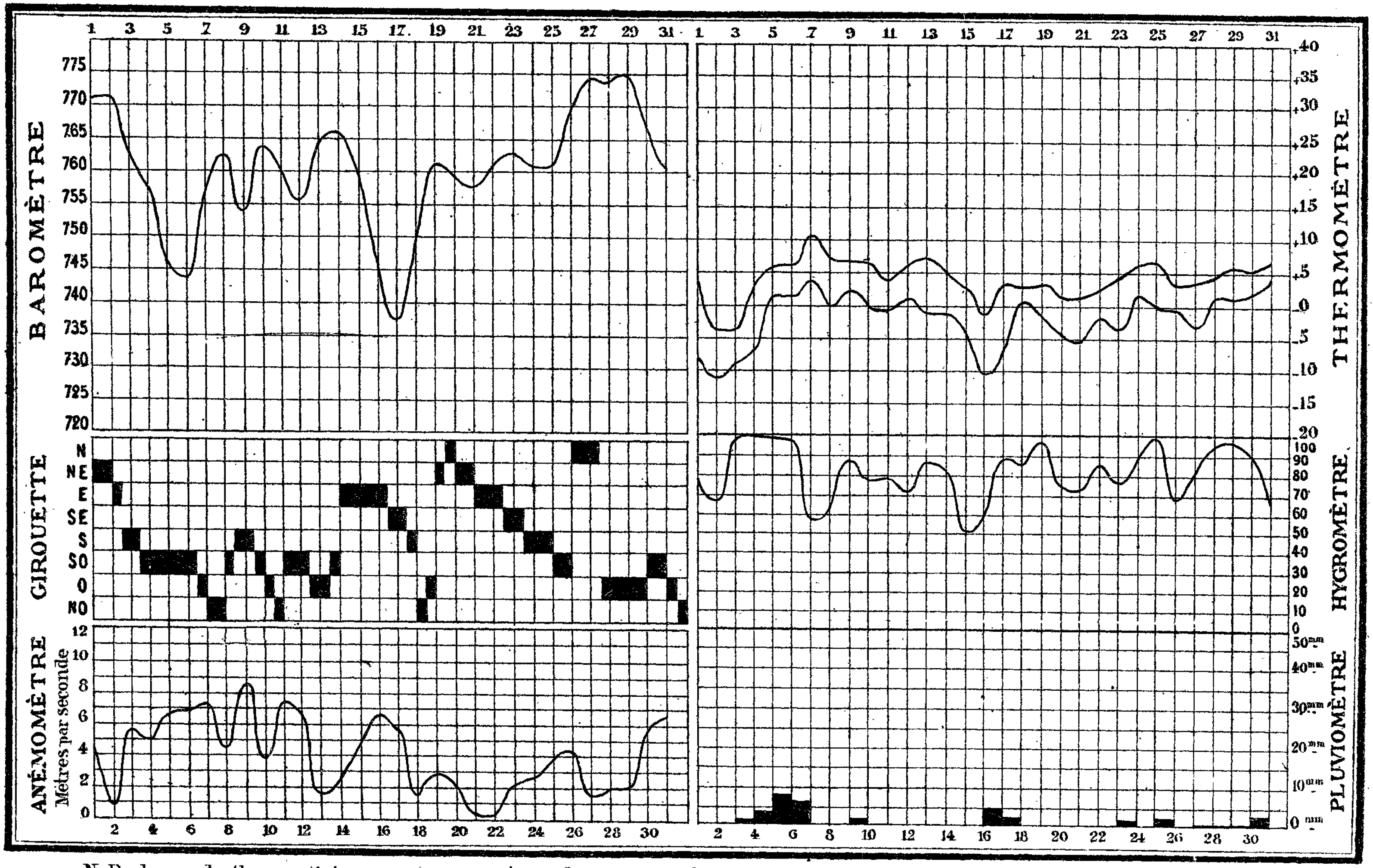
de la Lune au méridien. Il est clair, d'autre part, que les matériaux internes, soumis à des pressions démesurées, doivent offrir plus de viscosité que l'eau des mers, et obéir plus lentement aux actions planétaires. Comme celles-ci changent de sens en peu d'heures par suite du mouvement diurne, il est fort possible que leurs effets ne s'accumulent pas, et n'arrivent pas à se traduire par des dénivellations appréciables.

On allèguera peut-être que, dans le cas de la Lune, les marées d'origine terrestre ont dû avoir, à une époque ancienne, une longue période en même temps qu'une grande amplitude. Il n'est pas douteux que leur action a dû provoquer un retard notable dans l'apparition d'une première enveloppe cohérente. Sous l'influence de ces puissantes ondes, la croûte a nécessairement subi, au début, de violentes altérations, livrant passage au fluide interne; mais elle a néanmoins fini par acquérir une grande épaisseur par suite de l'influence incessante du refroidissement et de la contraction des couches superficielles.

Cette manière de voir est confirmée par l'abondance des épanchements superficiels dont notre satellite porte la trace dans toute sa région équatoriale, précisément la plus sujette aux marées. D'autre part, l'existence de niveaux très différents et bien dessinés montre que l'écorce, en devenant plus résistante, acquérait un certain degré d'indépendance vis-à-vie du fluide interne. Elle a pris sa figure stable en laissant, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, aux oscillations du liquide sous-jacent le jeu nécessaire. L'intervalle temporairement formé était occupé par un matelas de gaz à haute pression, assez élastique pour prévenir tout effondrement, de masse trop faible pour troubler la compensation isostatique. Les marées internes peuvent ainsi se produire sans mettre en danger la conservation de la figure extérieure.

La seconde difficulté, celle qui est suggérée par la consi-

OBSERVATIONS D'UCCLE. — Janvier 1905.



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.

dération des masses montagneuses, n'existe pas au même degré pour la Lune, où la pesanteur est six fois moindre que sur la Terre. Mais, en fait, il n'y a pas lieu de s'y arrêter, ni pour notre globe ni pour son satellite, parce qu'elle est la conséquence d'une théorie problématique qui repose tout entière sur l'hypothèse inexacte de l'homogénéité. Du moment que la distribution des matériaux, dans les couches profondes, se montre efficace pour atténuer les variations prévues de la pesanteur, elle doit l'être aussi pour répartir les efforts dans un sens favorable à la conservation du relief. Les excroissances montagneuses contribuent à l'équilibre général, bien loin de le compromettre; elles ne sont pas seulement supportées par la ténacité des parties voisines, mais elles possèdent très probablement, ainsi qu'Airy l'avait déjà suggéré, des racines qui plongent dans un milieu plus dense et leur permettent de flotter.

Il nous semble, en conséquence, que l'étude de notre satellite doit confirmer les géologues dans leur préférence pour la théorie de l'écorce mince, et les convaincre que le passage à l'état solide, encore inachevé pour la Lune, est très loin de son terme pour la Terre.

M. LOEWY et P. PUISEUX.

Revue climatologique mensuelle.

JANVIER 1905.

Comme nous l'avons dit dans le numéro précédent de la Revue, deux coups de froid de très courte durée ont marqué le début et le milieu de janvier 1905. Le premier a été le plus court, mais aussi le plus intense. Il a donné un minimum assez accentué, surtout en Ardenne, où, en divers points, le thermomètre est descendu plus bas que —20°. Le plus fort minimum, —25°, a été constaté à la Baraque Michel.

Du 1er au 4, la moyenne thermique est tombée à Uccle à —4°7 (normale = +1°5), et du 15 au 23, à —0°8 (normale = +1°3).

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES.	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES.	1905.
Hauteur barométrique moyenne à midi .	753,2mm	760,4mm
— — — la plus élevée.	763,5	. .
— — — — basse.	743,3	. .
Température moyenne du mois. . . .	1°4	1°2
— — la plus élevée . .	7,0	. .
— — — basse . .	— 6,1	. .
Maximum thermométrique absolu . . .	14,1	10°3
Minimum — — . . .	—20,2	—11,2
Nombre de jours de gelée	15	16
— maximum de jours de gelée . .	28	. .
— minimum — . .	0	. .
Heures de Soleil (total observé). . . .	57	81
— — (total possible) . . .	261	. .
Vents dominants (proportion sur 100). .	SW(35), S(19), W(13), E(12)	SW(26), W(17) E(13), S(12)
Vitesse moyenne du vent.	4,8m	4,1m
Humidité à midi	86,3	82,0
Évaporation moyenne d'un jour. . . .	0,7mm	0,8mm
— totale du mois	21	23
Hauteur de pluie tombée	45	34
— de neige —	9	1
— totale d'eau —	54	35
— maximum —	134	. .
— minimum —	5	. .
Nombre de jours d'eau recueillie . . .	18	15
— de pluie	14	16
— de neige	6	4
— de grêle	0,7	0
— de tonnerre	0,2	0
— de brouillard	10	11
— couverts	6	2
— sereins	1	0
Nébulosité moyenne	7,5	6,5

N. B. L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. — La température moyenne est déterminée d'après les maxima et minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm05. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées. — Les jours couverts sont ceux où le ciel a été caché par les nuages d'une manière interrompue. — Les jours sereins sont ceux ou l'on n'a pas aperçu le moindre nuage. — La nébulosité moyenne est calculée d'après les observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 9 heures du soir.

Du 5 au 14, par contre, le thermomètre s'est tenu moyennement à +3°7 (normale = +0°9), et du 24 au 31, à +3°2 (normale = +2°2).

Dix-huit jours ont fourni une température supérieure à la valeur normale, mais l'influence des treize jours froids a, sur la moyenne du mois, contre-balancé celle des jours doux.

Le maximum thermométrique absolu, 10°3, a été observé le 6. Le minimum absolu, —11°2, le 2. A l'est du pays, la gelée la plus intense a été notée le 3.

Janvier dernier a surtout été remarquable par l'élévation du baromètre à certains moments du mois, et particulièrement du 26 au 30. Le niveau de la colonne mercurielle a indiqué alors $771^{mm}6$ en moyenne (à midi), et le 29, à 10 h. du matin, il est monté à $775^{mm}2$. Deux fois seulement, depuis soixante-douze ans, le baromètre a dépassé cette hauteur exceptionnelle : le 17 janvier 1882, avec $777^{mm}2$, et le 30 janvier 1896, avec $775^{mm}3$. Le 11 février 1849, on a aussi noté, comme en janvier 1905, $775^{mm}2$. Le 1er de ce dernier mois, on avait déjà relevé $772^{mm}5$.

Le régime anticyclonique a prédominé, mais il a été variable dans ses effets. Du temps froid et sec l'a accompagné au commencement du mois (1er au 4), du temps doux et légèrement pluvieux à la fin du mois (19 au 31).

Du 8 au 15, la situation a été anticyclonique également, et cette période a été la plus ensoleillée de janvier.

A deux reprises, le 2 et du 27 au 29, le centre des hautes pressions s'est trouvé sur la Belgique.

Les vents du quadrant W. à S., et surtout le SW., ont été les plus fréquents (55 p. c. du total des observations).

L'agitation de l'air a été assez grande du 3 au 12 ($6^{m}3$ à la seconde en moyenne), et faible du 18 au 29 ($2^{m}2$).

Le 6-7, de 19 h. à 13 h., la moyenne anémométrique s'est élevée à $11^{m}1$. Le 8-9, de 20 h. à 18 h., elle a encore atteint

LOCALITÉS.	Plus basse température.	Jours de gelée.
Ostende (ville)	—9°5	13
Ostende (phare)	—9,2	13
Middelkerke	—9,3	14
Furnes	—10,0	14
Ypres	—11,2	18
Somergem	—11,2	18
Gand	—10,0	—
Tournai	—10,1	14
Paturages	—12,2	17
Bruxelles (Jardin botanique)	—10,0	13
Bruxelles (Nouveau Marché-aux-Grains)	— 7,9	12
Uccle (Observatoire)	—11,2	16
Malines	—10,1	19
Anvers	— 9,6	18
Brasschaet	—10,5	24
Turnhout	—12,0	17
Bourg-Léopold	—13,2	22
Maeseyck	—13,9	20
Saint-Trond	—10,2	16
Goyer	—12,0	20
Cointe (Liége)	—12,3	17
Tilff	—12,5	21
Hermalle-s/Huy	—15,5	19
Huy (Statte)	—11,3	19
Sclayn	—11,3	20
Gembloux	—11,0	21
Maredsous	—14,6	22
Florennes	—16,7	26
Dinant	—14,0	25
Thimister	—14,6	19
Verviers (ville)	—14,6	20
Verviers (tir)	—16,0	21
Spa	—17,5	21
Barrage de la Gileppe	—17,7	20
Hestreux	—16,0	21
Baraque Michel	—25,0	31
Hockai	—22,1	31
Stavelot	—20,0	22
Ville-du-Bois	—21,5	24
Bernistap	—23,6	29
Laroche	—17,0	18
Wéris	—14,3	23
Barvaux-s/Ourthe	—16,4	23
Bastogne	—19,2	28
Beauplateau	—18,5	27
Libramont	—16,6	23
Carlsbourg	—20,3	24
Arlon	—16,4	26
Etalle	—16,5	26
Virton	—13,0	23

9^m4. La vitesse horaire maximum a été de 15^m2 (le 7, de 5 à 6 h.).

Les précipitations ont été faibles. La plupart des stations ont enregistré de 25 à 40^{mm} d'eau au total, soit les $^2/_3$ environ de la quantité normale. Dans les provinces de Liége et de Luxembourg on a noté davantage, et certains totaux y ont été relativement élevés, entre autres à :

LIÉGE.	mm
Thimister	71,0
Barrage Gileppe	75,5
Hestreux	80,2
Sart lez-Spa	95,0
Stavelot	85,0

LUXEMBOURG.	mm
Bastogne	70,6
Libramont	75,9
Carlsbourg	74,5

Dans quelques localités, de fortes pluies sont tombées le 5 :

	mm
Tournai	25,4
Tilff	26,2
Stavelot	23,5
Bernistap	26,0
Beauplateau	23,0

Dans le bassin de la Meuse, ces pluies, coïncidant avec la fonte des neiges, ont occasionné une crue rapide du fleuve. A Maeseyck, le niveau des eaux a monté de 2^m23 en trois jours, et du 5 au 6 la hausse a atteint 0^m92.

Au commencement du mois, l'Ardenne était encore couverte de neige, à la suite des chutes assez notables de la fin de décembre (voir le n° de *Ciel et Terre* du 16 janvier, p. 539). On mesurait :

5 centimètres à Jalhay et à Étalle;
6 — à Bastogne;
8 — à Bernistap (Tavigny);
10 — à Hestreux (forêt d'Hertogenwald);
14 — à Libramont;
19 — à Hockai.

Le dégel fit disparaître ces neiges, mais de nouvelles chutes survenues vers le milieu du mois fournirent :

8	centimètres	à Beauplateau;
11 $^1/_2$	—	à Carlsbourg;
12	—	à Chiny;
15	—	à Sugny (W. de Bouillon) et à Virton.

Dans la vallée de la Semois, le sol est resté couvert de neige pendant toute la seconde quinzaine de janvier.

Le nombre des jours de neige a été compris entre 10 et 17 dans la haute Belgique; dans la basse Belgique, le phénomène a été rare et faible.

Le 12, entre 14 et 15 h., des manifestations orageuses peu intenses, accompagnées d'une averse de grêle, ont été observées en quelques points, notamment à Huy, à Rance (près de Beaumont), à Chiny (sur la Semois) et dans la région de Laroche (à Hives, Fronville-Melreux, etc.).

Le degré minimum d'humidité relative a été de 49, le 15, par vent léger d'E. et température au-dessous de 0°. Toute la journée du 15 a été sèche : la moyenne hygrométrique des vingt-quatre heures n'a atteint que 58.3, valeur très faible pour l'époque. La veille on avait déjà noté, dans la province de Liége, 46 à Verviers et 45 à Huy-Statte (à 13 h.); cette avance d'un jour sur Uccle s'explique par le fait que, dans ces localités, la girouette s'était tournée vers l'Est plus tôt qu'au centre du pays.

Il y a eu 13 jours sans Soleil en janvier 1905, et cependant ce mois a compté un nombre d'heures d'insolation très sensiblement supérieur au nombre que l'on observe normalement en janvier (81 heures au lieu de 57). La période du 7 au 16 a donné 38 heures de soleil et celle du 20 au 27, 25.

Le 30, à 8 h. du matin, on a pu observer ce phénomène rare : de la pluie tombant par hauteur barométrique de

778mm6 (au niveau de la mer). Le ciel était uniformément couvert, mais la nappe nuageuse venait selon toute probabilité du NW.

A. LANCASTER.

Phénomènes sismiques principaux enregistrés à Uccle.

NOVEMBRE - DÉCEMBRE 1904 - JANVIER 1905.

Il y a eu interruption du 26 janvier (10 h.) au 1er février.

DATES.	P. T.	L. W.	FIN.	OBSERVATIONS.
	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	
20 déc. 1904.	5.56.51	6. 6.57	6.55. 0	»
20 janv. 1905.	2.40.32	2.44.47	3.11. 0	»

A la station géophysique d'Uccle, l'action du vent est très considérable, surtout à cause des grands arbres qui entourent la cave, et comme à cette saison les vents forts sont fréquents, nous ne pouvons plus reconnaître sur les diagrammes fournis par les pendules que les fortes secousses sismiques qui viennent ébranler notre sol; celles-ci ont été au nombre de deux pendant la période de trois mois que comporte le présent bulletin.

Le violent tremblement de terre du 6 novembre dans l'île de Formose n'a pas été ressenti à Uccle.

Dans la nuit du 19 au 20 janvier, tremblement de terre en Thessalie.

O. SOMVILLE,
assistant à l'Observatoire.

NOTES.

F. Folie. — Nous devons à l'obligeance de M. P. De Heen, directeur de la Classe des sciences de l'Académie, professeur de physique à l'Université de Liége, de pouvoir publier le texte du discours qu'il a prononcé lors des funérailles de son regretté confrère. Voici ses paroles :

« Messieurs, je viens au nom de l'Académie rendre un dernier hommage à notre savant confrère.

Folie fut l'un des membres les plus laborieux de la classe des sciences, et s'il m'était possible de retracer ici cette vie déjà longue, ce serait celle d'un homme qui cherche toujours la vérité avec la plus parfaite honnêteté, avec le plus profond désintéressement.

Folie débuta dans la carrière scientifique par des recherches relatives à la mécanique.

Il publia en 1865 et en 1867 une théorie nouvelle du mouvement d'un corps solide libre. Il présenta ce problème d'une manière remarquablement originale. Mais il reconnut plus tard que cette question avait été traitée d'une manière semblable par Poncelet.

Ces coïncidences sont fréquentes dans le domaine des sciences; elles semblent démontrer que lorsqu'une question est arrivée à un certain degré de son évolution, plusieurs esprits supérieurs la résolvent à peu près simultanément et d'une manière à peu près identique.

Il est inutile de rappeler à ce propos le fameux débat de priorité qui s'éleva entre Leibnitz et Newton, qui tous deux étaient arrivés indépendamment et simultanément au même résultat.

Vers 1872, nous voyons notre regretté confrère changer de direction et aborder des recherches de géométrie.

Il pose les fondements d'une géométrie supérieure cartésienne, où il généralise les théorèmes de Pascal, en les étendant aux courbes et aux surfaces d'un degré supérieur.

Il étudie l'extension des évolutions, et, chose intéressante, sans s'en douter il se rencontre de nouveau avec le célèbre mathématicien Poncelet.

Dans ce même ordre d'idées, il publia les éléments de la théorie des faisceaux et différentes recherches sur les courbes supérieures.

Nous avons omis de dire plus haut que, tout au début de sa carrière scientifique, Folie, à peine docteur en sciences, s'était senti vivement attiré par les sciences astronomiques. Il se rendit à Bonn, où il travailla à l'Observatoire sous la direction du célèbre astronome Argelander, et où il eut pour compagnons de travail Krüger et Schönfeld.

Cette incursion dans le domaine de l'astronomie ne fut pas longue, car, ainsi que nous l'avons vu, il ne tarda pas à publier ses remarquables recherches de mécanique et de géométrie.

Cependant il arrive fréquemment que les études qui ont occupé notre première jeunesse conservent pour nous un charme tout particulier. C'est ce qui se produisit pour FOLIE, et vers 1880 l'astronomie devint de nouveau l'objet de ses principales préoccupations.

Il aborda, du reste, une question qui se rattachait à ses premiers travaux sur la mécanique ; cette question était le problème complexe de la rotation de la Terre.

Il publia la *Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde* en 1884 ; en 1888 parut son *Traité des réductions stellaires*.

Les *Annales* de l'Observatoire de 1896 renferment son mémoire sur la revision des constantes de l'astronomie stellaire; en 1898 il fit paraître sa *Théorie du mouvement de rotation de l'écorce solide du globe*.

Le but de ces travaux fut d'analyser, d'une façon plus précise qu'on ne l'avait fait, les mouvements de la Terre et de déduire l'influence que ces mouvements peuvent avoir sur la détermination des constantes fondamentales de l'astronomie. Pour y arriver, FOLIE entreprit l'examen d'un grand nombre de formules de réduction, et notamment celles qui sont employées pour la réduction des circompolaires.

Pendant cette longue période de vingt ans, FOLIE présenta à l'Académie un grand nombre de mémoires et de notes, où il aborda les questions spéciales soulevées par sa théorie du mouvement de l'axe du monde. Pour étayer sa théorie, FOLIE était arrivé à se faire une idée spéciale de la constitution du globe terrestre. Il chercha à mettre son hypothèse en harmonie avec les opinions des géologues sur la constitution de la Terre.

Il discuta à cet effet de nombreuses séries d'observations dues à Struve, à Lindhagen et à d'autres astronomes célèbres. Il voyait de plus en plus dans la concordance des résultats la confirmation de ses idées.

Ce fut là sa principale préoccupation jusqu'à son dernier jour. Il y a un mois à peine notre cher et regretté confrère présentait encore une note à l'Académie sur les conséquences qu'il croyait pouvoir tirer d'expériences qu'il avait exécutées à l'aide du pendule.

Cependant les conclusions de son œuvre astronomique restent discutées ; le temps seul permettra de savoir quels sont les points où FOLIE a saisi la vérité, particulièrement lorsqu'il examine les problèmes complexes qui se rattachent à l'étude des variations de latitude.

FOLIE a toujours poursuivi ses recherches avec ce courage et cette bonne foi qui appellent tous les éloges et qui commandent le respect.

Son excellent caractère et l'absence de rancune à l'égard de ceux qui l'ont combattu avec le plus de violence font de FOLIE un homme dont on doit admirer non seulement la science, mais encore les vertus, lesquelles se placent naturellement au-dessus du savoir.

Adieu, cher et excellent confrère, adieu. »

La liste complète des travaux de FOLIE, jusqu'à la date de juillet 1896, se trouve insérée dans la *Bibliographie académique*, 4e édition. Cette liste ne comporte pas moins de 13 pages, et si l'on y ajoute la nomenclature des nombreuses notices publiées par le défunt depuis 1896, notices se rapportant toutes, à de rares exceptions près, à la nutation diurne et à la variation des latitudes, on sera frappé de l'activité remarquable déployée au cours de sa carrière scientifique par l'ancien directeur de l'Observatoire de Belgique.

— TACHE SOLAIRE. — Le 29 janvier une immense tache s'est montrée sur le disque solaire. Ses coordonnées héliographiques étaient approximativement : longitude, 310°; latitude, — 16°. Elle s'étendait sur un espace comprenant six degrés de latitude solaire et treize degrés de longitude, et couvrait par conséquent au moins 1/500 de l'hémisphère visible du Soleil. Elle avait l'aspect d'une ellipse et pouvait être très distinctement aperçue à l'œil nu. Elle a passé vers le milieu du disque le 4 février, puis a disparu derrière le bord occidental. Si elle persiste encore quelque temps, on pourra la revoir avant la fin de février.

Cette tache est l'une des plus grandes qui aient été vues jusqu'ici.

Pendant tout le mois de janvier et la première quinzaine de février, et sous son influence très probablement, les barreaux aimantés ont été fréquemment agités, sans cependant donner lieu à des perturbations très notables. A l'Observatoire d'Uccle l'agitation magnétique s'est principalement produite aux dates suivantes :

Janvier.

Du 6 (midi) au 7 (2 h.);
Les 10 et 11;
Du 12 (18 h.) au 13 (6 h.);
Du 14 (16 h.) au 15 (4 h.);
Le 17 (0 h. à 6 h.);
Du 17 (12 h.) au 18 (11 h.);
Le 24 (20 h. à 24 h.);
Du 25 (16 h.) au 26 (2 h.);
Du 27 (20 h.) au 28 (2 h.);
Le 31 (12 h. à 24 h.).

Février.

Du 3 (12 h.) au 4 (11 h.);
Le 4 (16 h. à 18 h.);
Le 5 (toute la journée);
Le 7 (toute la journée);
Du 14 (12 h.) au 15 (11 h.);
Du 15 (12 h.) au 16 (12 h.).

— Le neuvième satellite de Saturne. — La découverte de ce satellite, due à l'astronome américain W.-H. Pickering, de l'Observatoire du Collège Harvard (Cambridge), vient d'être confirmée par les nouveaux documents publiés par cet Observatoire.

M. Pickering avait commencé ses recherches en 1888, par la photographie, sans arriver à aucun résultat. L'instrument était un 13 pouces de Boyden. Lorsqu'on installa le télescope Bruce de 24 pouces à Arequipa (Pérou), en 1898, on continua la recherche.

Le 14 mars 1899, un examen attentif des clichés fut commencé, et l'on ne tarda pas à remarquer un petit point allongé, à peine perceptible, à une grande distance de Saturne, dont il partageait le mouvement. Sa grandeur fut estimée à 15,5 et sa révolution autour de Saturne à 17 mois.

Les quatre photographies qui le montraient avaient été prises les 16, 17 et 18 août 1898, avec des expositions de une à deux heures.

L'auteur de cette découverte donna au nouveau satellite le nom de *Phoebé*, qui, assure-t-il, était, d'après la mythologie, une sœur de Phœbus.

Les photographies suivantes furent prises en août 1899. Mais la planète était alors dans la Voie lactée, où le nombre considérable d'étoiles (20 000 par degré carré) rendit l'examen difficile et incertain.

En août 1900, les clichés étaient meilleurs, mais, faute de temps, M. Pickering ne put les examiner qu'en 1904. Sur ces plaques, Phoebé se trouve à 25' de distance de Saturne.

La construction graphique de l'orbite montra d'abord qu'elle est très excentrique.

On n'a pas pris, jusqu'à présent, moins de soixante photographies avec le télescope Bruce. L'examen de celles de 1904 a déconcerté toutes les prévisions de l'auteur, en indiquant pour le nouveau satellite une révolution en sens contraire de celle de tous les autres. Serait-ce un astéroïde, un petit astre, une comète, capturé par Saturne?

A cette hypothèse, l'astronome américain ajoute celle d'une rotation ancienne de Saturne, à l'état nébuleux, s'étendant jusqu'à Phoebé, et alors rétrograde, modifiée ensuite par les marées solaires et devenue directe avant la formation de Japet.

Voici les principaux éléments de l'orbite, calculée, d'après ces données, par M. Pickering :

La distance du nouveau satellite à Saturne serait de 22',62, ou de 12 millions 870 000 kilomètres. (Le 8e gravite à 3 500 000. Saturne peut retenir dans son empire jusqu'à 43 millions de kilomètres). C'est 33 fois et demi la distance de la Lune, qui n'est que de 384 000 kilomètres.

La durée de révolution serait de 546 jours, ou 1 an 181 jours, et l'inclinaison sur l'écliptique de 5°,1.

L'excentricité serait de 0,22. Elle est très forte.

L'éclat de Phoebé est estimé de 2 grandeurs au-dessous de celui du 7e satellite de Saturne, Hypérion, qui est de 14e. Ce serait donc la 16e grandeur.

Vu de Saturne, Hypérion, à la pleine phase, est à peu près de l'éclat de Jupiter. C'est déjà une pauvre Lune. Phoebé serait encore plus minuscule.

Son diamètre serait d'environ 320 kilomètres.

C'est le plus faible objet de la voûte du ciel, et il mérite vraiment peu le nom de *Phoebé*, sœur de Phœbus, qui veut dire *éclatant*, et qui est donné à la Lune par les poètes depuis tant de siècles.

Ce satellite a été observé directement au grand équatorial de 1 mètre de l'Observatoire Yerkes (États-Unis), par MM. Barnard et Turner.

Les satellites de Saturne ont été découverts : le 6e, Titan (le plus brillant), par Huygens, le 25 mars 1655 ; le 8e, par J.-D. Cassini, le 25 octobre 1671 ; le 5e, par le même astronome, le 23 décembre 1672 ; le 3e et le 4e, par le même, le 21 mars 1684 ; le 1er, par William Herschel, le 18 juillet 1789 ; le 2e, par le même, le 29 août suivant ; et le 7e, par G.-P. Bond, le 16 septembre 1848. Ces satellites sont, respectivement, de 8e 1/2 — 10e à 12e — 9e 1/2 — 10e — 10e 1/2 — 14e — 12e 1/2 et 15e grandeur. Si l'on tient compte du voisinage gênant de la planète pour leur visibilité, on voit que ces découvertes ont suivi les progrès des instruments d'optique.

Il eût été impossible à Cassini de découvrir ceux d'Herschel et de Bond. Il est probable, toutefois, que Huygens aurait pu découvrir le 5e, s'il n'avait pas eu le préjugé de croire qu'il ne devait pas exister dans le système solaire plus de satellites que de planètes ! Le 7e a été découvert le même jour (presqu'à la même heure) par Bond, Lassell et Dawes.

C'est sir John Herschel qui les a dénommés. Voici ce qu'il dit lui-même dans ses *Outlines of Astronomy* :

« Taking the names of the Titanian divinities, the following verses (pardoning false quantities) afford an easy artificial memory :

Japetus cunctos supra rotat, huncce sequuntur
Hyperion, Titan, Rhea, Dione, Tethys,
Enceladus, Mimas...

On voit que de grands astronomes n'ont pas dédaigné d'être en même temps des érudits et des poètes (1).

— LES GRANDS BASSINS HYDROGRAPHIQUES FERMÉS. — A la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Locarno, M. O.-E. Imhof a exposé une carte hydrographique de la Terre sur laquelle sont indiqués, d'une part les limites des eaux entre les divers bassins des mers, d'autre part

(1) D'après le *Bulletin* de la Société astronomique de France.

les territoires dont les eaux ne s'écoulent pas vers la mer, au moins superficiellement.

Le plus grand de ces territoires sans écoulement superficiel à la mer est celui qui s'étend depuis le voisinage de la mer Baltique par la Russie et l'Asie centrale jusque près de la mer Jaune. Un autre bassin fermé, beaucoup moins considérable, comprend une partie de l'Asie Mineure et de l'Arabie. En Afrique l'on en compte trois; en Australie, la région occidentale représente un grand territoire sans écoulement à la mer. L'Amérique du Nord comprend quatre de ces bassins fermés, dont deux se trouvent à l'est de la ligne de partage des eaux pacifiques-atlantiques, à la latitude du golfe de Californie, tandis que les deux autres sont situés plus au nord et à l'ouest de la ligne de partage des eaux. Dans l'Amérique du Sud un premier bassin fermé, divisé en trois bassins secondaires, s'étend du nord au sud le long des Cordillères; un second s'étend de l'ouest à l'est, entre les Cordillères et Baia-Bianca.

La carte de M. Imhof a été dressée d'après les données de l'atlas Kiepert et d'après des cartes spéciales.

— PHOTOGRAPHIE MÉTÉOROLOGIQUE. — Un concours de photographie aérienne vient d'être institué par l'Aéronautique-Club de France. Il donnera lieu à l'attribution de deux séries de récompenses. La seconde série s'applique aux photographies, *prises de terre ou en ballon*, des nuages et des phénomènes optiques de l'atmosphère, tels que : mirages, arcs-en-ciel, auréoles, couronnes, halo ordinaire et grand halo, cercle parhélique, parhélies, arc circumzénithal, etc.

Les épreuves pourront être de tous formats, et les envois devront parvenir au siège de l'Aéronautique-Club de France, 58, rue J.-J. Rousseau, à Paris, *avant le* 30 *octobre* 1905.

— ÉTOILES DOUBLES. — M. Maurice Farman nous prie de faire savoir aux lecteurs de *Ciel et Terre* qu'il serait très désireux de recevoir toutes les communications ou mémoires relatifs aux étoiles doubles (mesures, etc.) parus depuis dix à quinze ans. Il serait disposé à payer les frais d'envoi ou d'achat de volumes.

Adresse : M. M. Farman, Observatoire de Chevreuse, à Jagny, par Dampierre (Seine-et-Oise, France).

TABLE DES AUTEURS.

A

ARCTOWSKI, H. La météorologie des régions antarctiques et la coopération internationale dans les explorations polaires, 581.

B

BALFOUR, A.-J. Réflexions suggérées par la nouvelle théorie de la matière, 353, 377.

BECKER, G.-F. Les problèmes actuels de la Géophysique, 553.

BODDAERT, P. L'histoire de la boussole, 156.

BOYS, C.-V. Le passage du son à travers l'atmosphère, 223.

D

DE HEEN, P. Conception nouvelle du zéro absolu, 1.

— Discours prononcé aux funérailles de F. Folie, 600.

DITTE, A. Les métaux dans l'atmosphère, 497, 525.

F

FLAMMARION, C. La fête du Soleil, 273.

H

HOLDEN, E.-S. Les précurseurs de Copernic, 25, 49, 73, 97.

HOOREMAN, F. Le vent dans l'antiquité, 195.

L

LAGRANGE, E. Bibliographie, 399.

LAMINNE, J. Les quatre éléments : le feu, l'air, l'eau, la terre, 305, 329, 359.

LANCASTER, A. Revue climatologique mensuelle: février 1904, 39; mars, 83; avril, 138; mai, 189; juin, 233; juillet, 285; août, 341; septembre, 390; octobre, 439; novembre, 487; décembre, 534; janvier 1905, 593.

— Le maximum thermométrique du 15 avril 1904, 90.

— Les fortes chaleurs et la sécheresse de juillet 1904, 249.

— Bibliographie, 325, 375.

— Le temps en avril-octobre 1904, 422, 471.

LÉON, H. Les cadrans solaires, 36.

LOCKYER, N. Simultanéité des changements solaires et terrestres, 128, 169, 209.

LOEWY, M. Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète, d'après l'étude des photographies lunaires, 585. (*En collaboration avec* P. PUISEUX.)

M

MONTESSUS DE BALLORE, F. DE. Éphémérides sismiques et volcaniques : Septembre 1903, 18; octobre, 67; novembre, 112; décembre, 162; janvier 1904, 220; février, 269; mars, 319; avril, 370; mai, 420; juin, 462; juillet, 522; août, 569.

P

PUISEUX, P. Idées anciennes et idées modernes sur la Voie lactée, 145, 179.

PUISEUX, P. (*Suite.*) La notion de la Figure de la Terre, de Thales à Newton, 401.
Voyez aussi LOEWY, M.

R

RAHIR, E. Note sur une perturbation barométrique observée dans la caverne du « Höll-Loch » (Trou d'Enfer) à Muotathal (Suisse), ainsi que sur quelques constatations thermométriques, 338.

S

SOMVILLE, O. Phénomènes sismiques principaux enregistrés à Uccle : janvier-mars 1904, 137; juillet, 296; août, 348; septembre-octobre, 445; novembre 1904-janvier 1905, 599.
STROOBANT, P. L'orbite d'Ariel, le premier satellite d'Uranus, 571.

V

VANDERLINDEN, E. L'eau déposée par les nuages au sommet de la montagne de la Table, 71.
VANDERLINDEN, E. (*Suite.*) Les végétaux et la gelée, 121.
— Influence de la direction du vent sur les migrations de certains oiseaux, 324.
— L'année des nuages, 425, 449, 511.
— La population de l'Inde et la pluie, 464.
— Traces curieuses de décharges d'électricité atmosphérique sur certains arbres, 469.
— L'orientation des mousses sur les arbres, 496.
— Les brouillards londoniens pendant l'hiver 1902-1903, 573.
— La région la plus pluvieuse de l'Europe, 574.
VERCOUTRE, A.-T. Le puits des anciens astronomes, 4.

W

WAITE, P.-C. Le Nil, ses tributaires, son régime, ses crues annuelles, 473.

Y

YOUNG, C.-A. La constitution du Soleil, 432.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

A

ACIDE CARBONIQUE. — Voyez VÉGÉTATION.
ACOUSTIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — Voyez SON.
ACTINOMÉTRIE. — Voyez SOLEIL.
AÉROSTATION SCIENTIFIQUE. (Congrès d' —), 297.
AGITATION VOLCANIQUE, 396.
AIR. — Voyez ELÉMENTS.
ANOMALIES. (Les — de la gravité), 95.
ANTARCTIQUE. (L' —). — Voyez RÉGIONS ANTARCTIQUES.
AOUT 1904. (Le mois d' —), 321.
ARBRES. (Traces curieuses de décharges d'électricité atmosphérique sur certains —), 469.
— (L'orientation des mousses sur les —), 496.
ARIEL. — Voyez URANUS.
ASIE CENTRALE. (Le dessèchement de l' —), 93.
ASTRONOMES. (Le puits des anciens —), 4.
ATMOSPHÈRE. (Les métaux dans l' —), 497.
Voyez aussi DÉCROISSANCE, RADIOACTIVITÉ et SON.
AURORE BORÉALE, 115.
— (Le spectre de l' —), 496.

B

BAÏKAL. (Variations brusques de la température dans les environs du lac —), 69.
BALLONS-SONDES. — Voyez SONDAGES AÉRIENS.
BAROMÈTRE. — Voyez PERTURBATION BAROMÉTRIQUE.
BASSINS HYDROGRAPHIQUES. (Les grands — fermés), 604.
BIBLIOGRAPHIE. (*Annuaire météorologique* pour 1904), 67.
BIBLIOGRAPHIE. (*Suite.*) (*Astronomischer Jahresbericht*, von W.-F. WISLICENUS, 1902 et 1903), 325.
— (*Regenkarte der Provinzen Hessen-Nassau und Rheinland*, etc., von G. HELLMANN), 325.
— (*Instructions météorologiques*, par A. ANGOT), 326.
— (*Les applications des aciers au nickel*, par C.-E. GUILLAUME), 328.
— (*Cours élémentaire d'astronomie et de navigation*, par P. CONSTAN), 375.
— (*Nature intime de l'électricité*, etc., par A. BREYDEL), 375.
— (*Handbook of climatology*, by J. HANN; part I, translated by *R. de C. Ward*), 376.
— (*Handbuch der Erdbebenkunde*, von A. SIEBERG), 399.
— (*Astronomie des Dames*, par C. FLAMMARION), 471.
BIOGRAPHIE. — Voyez FOLIE.
BOLIDES, 20, 46, 300, 570.
BOUSSOLE. (Histoire de la —), 156.
BROUILLARDS. (Les — londoniens pendant l'hiver 1902-1903), 573.
Voyez aussi NUAGES.
BULLETIN SISMIQUE d'Uccle, 46.
Voyez aussi PHÉNOMÈNES SISMIQUES.

C

CADRANS SOLAIRES. (Les —), 36.
CALCAIRES. (L'hydrologie des — et la fluorescéine), 105.
CALENDRIER. (Les divisions du temps chez les Japonais), 321.
CAVERNE DU HÖLL-LOCH. (Note sur une perturbation barométrique observée dans la — en Suisse, ainsi que sur quelques constatations thermométriques), 338.
CERFS-VOLANTS. — Voyez FOUDRE et SONDAGES AÉRIENS.

CHALEURS. (Les fortes — et la sécheresse de juillet 1904), 249.
— (Les fortes — de juillet 1904 en France), 350.
CHALEUR SOLAIRE. (L'accumulation de la — dans divers fluides, notamment dans les lacs amers), 470.
Voyez aussi SOLEIL.
CHANGEMENTS. (Simultanéité des — solaires et terrestres), 128, 169, 209.
CHENILLES. (Les pluies de —), 23.
CHERRAPUNGI. (L'endroit du globe où il tombe le plus d'eau), 396.
CLIMAT. (Le — de la Mandchourie), 168.
— (Le — du désert de Syrie), 303.
— (Le — de Panama), 373.
Voyez aussi DESSÉCHEMENT et SAHARA.
CLIMATOLOGIE. (Le temps en avril-octobre 1904), 422.
CLIMATS. — Voyez MÉTÉOROLOGIE.
CLOCHES. — Voyez CONGRÉGATION.
COMÈTES. (Le spectre de la comète C 1903), 120.
— (Vitesse des particules composant la queue des —), 424.
— (Deux nouvelles —), 571.
CONCOURS. (Questions de —), 91.
CONDENSATION. — Voyez NUAGES.
CONFÉRENCE. — Voyez CONGRÈS.
CONGO. (Tremblements de terre au —), 118.
— (Eruption volcanique au —), 352.
CONGRÉGATION. (Une — aérienne), 94.
CONGRÈS d'aérostation scientifique, 297.
— des mines et de la géologie appliquée, 448.
COPERNIC. (Les précurseurs de —), 25, 49, 73, 97.
COURANTS aériens verticaux en temps d'orage, 374.
CRUES. (Le service des annonces des — aux Etats-Unis), 523.
Voyez aussi NIL.

D

DÉBIT DES RIVIÈRES. (Rapport entre l'eau tombée et le —), 248.
DÉCROISSANCE de la température avec la hauteur dans les cyclones et les anticyclones, 398.
DÉNUDATION. (Les troubles et la valeur moyenne annuelle de la — dans le bassin du Tibre en amont de Rome), 165.
DESSÉCHEMENT. (Le — de l'Asie centrale), 93.
— (Le phénomène de — dans l'ancien monde), 255.
DROSOMÈTRE. (Un nouveau —), 222.

E

EAU. — Voyez ELÉMENTS.
EAUX SOUTERRAINES. — Voyez CALCAIRES.
ELECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. (Traces curieuses de décharges d'— sur certains arbres), 469.
ELÉMENTS. (Les quatre —), 305, 329, 359.
EMPIRE BRITANNIQUE. (Le système métrique dans l' —), 322.
EPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES. — Voyez MÉMORANDUM ASTRONOMIQUE.
EPHÉMÉRIDES SISMIQUES ET VOLCANIQUES : septembre 1903, 18; octobre, 67; novembre, 112; décembre, 162; janvier 1904, 220; février, 269; mars, 319; avril, 370; mai, 420; juin, 462; juillet, 522; août, 569.
EROSION. — Voyez DÉNUDATION.
ERUPTION VOLCANIQUE au Congo, 352.
ETATS-UNIS. — Voyez CRUES.
ETÉ de 1904, 422.
ETOILES. (L'intensité lumineuse des —; comparaison avec le Soleil), 47.
ETOILES DOUBLES, 605.
ETOILES FILANTES. — Voyez BOLIDES.
ETOILES NOUVELLES. (Les —), 398.
Voyez aussi NOVA PERSEI.
EUROPE. (La région la plus pluvieuse de l' —), 574.
EVAPORATION. — Voyez DÉNUDATION.
EXPÉDITION NORDENSKJÖLD. — Voyez RÉGIONS ANTARCTIQUES.
EXPLORATIONS POLAIRES. — Voyez RÉGIONS ANTARCTIQUES.
EXPOSITION de St-Louis, 396.

F

FEU. — Voyez ÉLÉMENTS.
FIGURE DE LA TERRE. (La notion de la —, de Thalès à Newton), 401.
FLEUVES. — Voyez DÉNUDATION, NIL et RIVIÈRES.
FLUORESCÉINE. — Voyez CALCAIRES.
FOLIE (F.), 570, 600.
FOUDRE. (Coup de — sur un cerf-volant météorologique), 398.

G

GAZ RADIO-ACTIF. — Voyez RADIO-ACTIVITÉ.
GELÉE. (Les végétaux et la —), 121.
GÉOLOGIE. — Voyez DESSÉCHEMENT et SISMICITÉ.
GÉOPHYSIQUE. (Les problèmes actuels de la —), 553.
GLACE. (L'épaisseur de la — en Sibérie), 576.
GLOBE. — Voyez TERRE.
GRAVITÉ. (Les anomalies de la —), 95.

H

HISTOIRE DE LA BOUSSOLE. (L'—), 156.
HISTOIRE DE LA MÉTÉOROLOGIE. (Le vent dans l'antiquité), 195.
— (Les quatre éléments), 305, 329, 359.
HISTOIRE DE LA SCIENCE, 305, 329, 359.
HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. (Les précurseurs de Copernic), 25, 49, 73, 97.
Voyez aussi FIGURE DE LA TERRE et VOIE LACTÉE.
HIVER 1904-05. (L'—), 570.
HYDROGRAPHIE. (Les grands bassins hydrographiques fermés), 604.
HYDROLOGIE. — Voyez CALCAIRES et CRUES.

I

ILE DOMINIQUE. (Le lac bouillant de l'—), 466.
INDE. (La population de l'— et la pluie), 464.
INONDATIONS. — Voyez CRUES.

J

JAPON. (Les divisions du temps chez les Japonais), 321.
JUILLET 1904. (Les fortes chaleurs et la sécheresse de —), 249.
— (Les fortes chaleurs de — en France), 350.

L

LAC. (Le — bouillant de l'île Dominique), 466.
LACS AMERS. (L'accumulation de la chaleur solaire dans divers fluides, notamment dans les —), 470.
LALANDE. (Monument —), 300.
LUMIÈRE. — Voyez ÉTOILES et SOLEIL.
LUNE. — Voyez PLANÈTE.
LUNETTE. (Une nouvelle —), 21.

M

MAGNÉTISME TERRESTRE. (Le rayonnement hertzien du Soleil et l'influence de l'activité solaire sur le —), 447.
Voyez aussi BOUSSOLE.
MANDCHOURIE. (Le climat de la —), 168.
MATIÈRE. (Constitution de la —), 1.
— (Réflexions suggérées par la nouvelle théorie de la —), 353, 377.
MAXIMUM THERMOMÉTRIQUE (Le — du 15 avril 1904), 90.
MÉCANIQUE CÉLESTE. — Voyez MOUVEMENT.
MÉMORANDUM ASTRONOMIQUE : avril 1904, 14; mai, 63; juin, 109; juillet, 159; août, 216; septembre, 264; octobre, 315; novembre, 366; décembre, 416; janvier 1905, 457; février, 518; mars, 564.
MÉTAUX. (Les — dans l'atmosphère), 497, 525.
MÉTÉORES. — Voyez BOLIDES.
MÉTÉORITES. (De la formation d'une collection de —), 301.
MÉTÉOROLOGIE. (Les problèmes actuels de la — et de la physique), 578.
Voyez aussi HISTOIRE DE LA MÉTÉOROLOGIE.

MÉTROLOGIE. — Voyez SYSTÈME MÉTRIQUE.
MIGRATIONS. — Voyez OISEAUX et PAPILLONS.
MONTAGNE DE LA TABLE. — Voyez NUAGES.
MONT PELÉ. — Voyez AGITATION VOLCANIQUE.
MONT ROSE. (Observations météorologiques sur le —), 222.
MONUMENT Lalande, 300.
MOUSSES. (L'orientation des — sur les arbres), 496.
MOUVEMENT de deux corps à masses variables, 20.
— du Soleil dans l'espace, 271.

N

NÉBULEUSES. (Les grandes —), 271.
NÉCROLOGIE. — Voyez FOLIE.
NEPTUNE. (La planète —), 20.
NIL. (Le —, ses tributaires, son régime, ses crues annuelles), 473.
NOVA PERSEI. (Parallaxe annuelle de —), 572.
NUAGES. (L'eau déposée par les — au sommet de la montagne de la Table), 71.
— (L'année des—), 425, 449, 511.

O

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES de la mission saharienne Foureau-Lamy, 115.
— sur le mont Rose, 222.
— dans les régions antarctiques, 271.
— dans la caverne du Höll-Loch (Trou d'Enfer), 338.
OBSERVATOIRE royal de Belgique, 396.
OBSERVATOIRES. — Voyez ASTRONOMES.
OISEAUX. (Influence de la direction du vent sur les migrations de certains — dans l'Amérique du Nord), 324.
ORAGES. (L'orage du 24 juillet à Paris), 301.
Voyez aussi CONGRÉGATION et COURANTS AÉRIENS.
ORIENTATION. — Voyez MOUSSES.

P

PANAMA. (Le climat de —), 373.
PAPILLONS. (Invasion de — blancs au bord de la mer), 352.
PARALLAXE annuelle de « Nova Persei », 572.
PENDULE. — Voyez GRAVITÉ.
PÉRIODICITÉ des phénomènes. — Voyez MAXIMUM THERMOMÉTRIQUE.
PERTURBATION BAROMÉTRIQUE. (Note sur une — observée dans la caverne du Höll-Loch, en Suisse), 338.
PESANTEUR. — Voyez GRAVITÉ.
PHÉNOMÈNES SISMIQUES principaux enregistrés à Uccle : janvier-mars 1904, 137 ; juillet, 296 ; août, 348 ; septembre-octobre, 445 ; novembre 1904-janvier 1905, 599.
Voyez aussi EPHÉMÉRIDES SISMIQUES.
PHÉNOMÈNES SOLAIRES ET TERRESTRES. — Voyez CHANGEMENTS.
PHILOSOPHIE de la nature. — Voyez ELÉMENTS.
PHŒBÉ. — Voyez SATURNE.
PHOTOGRAPHIE MÉTÉOROLOGIQUE, 605.
PHOTOMÉTRIE. — Voyez ETOILES et SOLEIL.
PHYSIQUE. (Les problèmes actuels de la météorologie et de la —), 578.
PHYSIQUE CÉLESTE.—Voyez TERRE.
PHYSIQUE DU GLOBE. — Voyez GÉOPHYSIQUE, MAGNÉTISME TERRESTRE et SISMICITÉ.
PLANÈTE. (Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une —, d'après l'étude des photographies lunaires), 585.
PLANÈTES. — Voyez aux différents noms des Planètes.
PLUIE torrentielle à New-York, 96.
— (Rapport entre l'eau tombée et le débit des rivières), 248.
— (L'endroit du globe où il tombe le plus d'eau), 396.
— (La population de l'Inde et la —), 464.
— (La région la plus pluvieuse de l'Europe), 574.

PLUIE. (*Suite.*) — Voyez aussi CRUES, RIVIÈRES et SÉCHERESSE.
PLUIES. (Les — de chenilles), 23.
POIDS ET MESURES. — Voyez SYSTÈME MÉTRIQUE.
PÔLE ANTARCTIQUE. — Voyez RÉGIONS ANTARCTIQUES.
PÔLE NORD. (Probabilités de l'existence d'une terre près du —), 324.
POPULATION. — Voyez INDE.
POUSSIÈRES ATMOSPHÉRIQUES. — Voyez MÉTAUX.
POUSSIÈRES COSMIQUES. — Voyez MOUVEMENT et RAYONNEMENT SOLAIRE.
PRESSION ATMOSPHÉRIQUE. — Voyez PERTURBATION BAROMÉTRIQUE.
PRÉVISION DU TEMPS. (La télégraphie sans fil et la —), 349.
PUITS. (Le — des anciens astronomes), 4.

R

RADIATION SOLAIRE. (Variations dans la —), 323.
Voyez aussi RAYONNEMENT et SOLEIL.
RADIO-ACTIVITÉ. (La — atmosphérique aux latitudes élevées), 221.
RAYONNEMENT. (Le — hertzien du Soleil), 447.
Voyez aussi SOLEIL.
RÉGIONS ANTARCTIQUES. (Résultats météorologiques et océanographiques de l'expédition antarctique du Dr Nordenskjöld), 271.
— (La météorologie des — et la coopération internationale dans les explorations polaires), 581.
REVUE CLIMATOLOGIQUE annuelle : 1904, 543.
REVUE CLIMATOLOGIQUE mensuelle : février 1904, 39 ; mars, 83 ; avril, 138 ; mai, 189 ; juin, 233 ; juillet, 285 ; août, 341 ; septembre, 390 ; octobre, 439 ; novembre, 487 ; décembre, 534 ; janvier 1905, 593.
RIVIÈRES. (Rapport entre l'eau tombée et le débit des —), 248.
ROSÉE. — Voyez DROSOMÈTRE.

S

SAHARA. (Observations météorologiques de la mission saharienne Foureau-Lamy), 115.
SATELLITES. — Voyez SATURNE et URANUS.
SATURNE. (Les taches de —), 120.
— (Le neuvième satellite de —), 603.
SÉCHERESSE.— Voyez JUILLET 1904.
SEPTEMBRE 1904. (La température de —), 372.
SIBÉRIE. (L'épaisseur de la glace en —), 576.
SIMPLON. — Voyez SOURCES.
SIROCCO. (Effets du —), 352.
SISMICITÉ. (La —, critérium de l'âge géologique d'une chaîne ou d'une région), 464.
SISMOLOGIE. — Voyez BULLETIN, EPHÉMÉRIDES SISMIQUES et PHÉNOMÈNES SISMIQUES.
SOCIÉTÉ météorologique allemande. (Réunion de Berlin), 372.
SOL. — Voyez VÉGÉTATION.
SOLEIL. (Sur l'intensité de l'éclairement produit par le —), 21.
— (Taches solaires), 67.
— (Sur la diminution de l'intensité du rayonnement solaire en 1902 et 1903), 68.
— (Mouvement du — dans l'espace), 271.
— (La fête du —, à Paris), 273.
— (La constitution du —), 432.
— (Le rayonnement hertzien du — et l'influence de l'activité solaire sur le magnétisme terrestre), 447.
Voyez aussi CHALEUR SOLAIRE, CHANGEMENTS et ETOILES.
SON. (Le passage du — à travers l'atmosphère), 223.
SONDAGES AÉRIENS. (Travaux de la station franco-scandinave de —), 467.
SOURCES chaudes du Simplon, 396.
SPECTRE. (Le — de la comète C 1903), 120.
— (Le — de l'aurore boréale), 496.
SPÉLÉOLOGIE. — Voyez CALCAIRES.
STATION franco-scandinave de sondages aériens, 467.
SYRIE. (Le climat du désert de —), 303.

SYSTÈME DU MONDE. — Voyez COPERNIC.
SYSTÈME MÉTRIQUE. (Le — dans l'Empire britannique), 322.

T

TACHES. (Les — de Saturne), 120.
TACHES SOLAIRES, 67, 602.
— (Relation entre les minima et les maxima des —), 445.
Voyez aussi CHANGEMENTS.
TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. (La — et la prévision du temps), 349.
TEMPÉRATURE. (Conception nouvelle du zéro absolu), 1.
— (Variations brusques de la — dans les environs du lac Baïkal), 69.
— (Le maximum thermométrique du 15 avril 1904), 90.
— (Les fortes chaleurs et la sécheresse de juillet 1904), 249.
— (La — de la première quinzaine d'août), 297.
— (Le mois d'août 1904), 321.
— (Constatations thermométriques dans la caverne du Höll-Loch, en Suisse), 338.
— (Les fortes chaleurs de juillet 1904 en France), 350.
— (La — de septembre 1904), 372.
— (Décroissance de la — avec la hauteur dans les cyclones et les anticyclones), 398.
— (Le temps en avril-octobre 1904), 422.
Voyez aussi SOLEIL.
TEMPS. (Les divisions du — chez les Japonais), 321.
TERRE. (La notion de la figure de la —, de Thalès à Newton), 401.
Voyez aussi CHANGEMENTS, ÉLÉMENTS et PLANÈTE.
TIBRE. — Voyez DÉNUDATION.
TREMBLEMENT DE TERRE, 115.
TREMBLEMENTS DE TERRE au Congo, 118.
— (Les — de Fleurus), 165.
TROU D'ENFER. — Voyez CAVERNE.

U

UNIVERS. — Voyez MATIÈRE.
URANUS. (L'orbite d'Ariel, le premier satellite d' —), 571.

V

VARIATIONS. — Voyez CHANGEMENTS.
VÉGÉTATION. (Influence sur la — de l'acide carbonique émis par le sol), 92.
VÉGÉTAUX. (Les — et la gelée), 121.
VENT. (Le — dans l'antiquité), 195.
Voyez aussi COURANTS AÉRIENS, OISEAUX et SIROCCO.
VOIE LACTÉE. (Idées anciennes et idées modernes sur la —), 145, 179.
VOLCANS. (Agitation volcanique), 396.
Voyez aussi ERUPTION VOLCANIQUE.

Z

ZÉRO ABSOLU. (Conception nouvelle du —), 1.

PLANCHES.

DIAGRAMMES MÉTÉOROLOGIQUES : février 1904, 39; mars, 83; avril, 138; mai, 189; juin, 233; juillet, 285; août, 341; septembre, 390; octobre, 439; novembre, 487; décembre, 534; janvier 1905, 593.